



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ÚČEL DESIGNU U RUČNÍHO NÁŘADÍ

THE PURPOSE OF DESIGN FOR HAND TOOLS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. David Remeš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Bc. David Remeš**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Účel designu u ručního nářadí

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Ruční práce se víceméně vyskytují jako doplnění strojové sériové výroby, je-li to nezbytné či nezastupitelné. Pokud ruční práce trvá déle, nemá docházet k únavě pracovníka vlivem nevhodné ergonomie, což je jedno z důležitých hledisek.

Cíle diplomové práce:

- Ruční práce při strojové výrobě
- Význam designu u ručního nářadí
- Ukázky ručních pracovišť
- Dosahované parametry na ručním pracovišti
- Rozbor zlepšujících (výhodnějších) možností u ručních prací
- Nové řešení konkrétní situace v průmyslové sériové výrobě
- Technicko–ekonomické zhodnocení

Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

IMAI, Masaaki. Kaizen. Brno: Computer Press, a. s., 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

JUROVÁ, Marie. Organizace přípravy výroby. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 100 s. ISBN 978-80-2-4-3946-7.

LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

MÁDL, Jan et al. Jakost obráběných povrchů. Ústí nad Labem: UJEP, 2003. 180 s. ISBN 80-704--639-4.

PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

SUCHY, Ivana. Handbook of die design. 2nd edition. New York: McGRAW-HILL, 2006. p. 730. ISBN 0-07-146271-6.

ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. Brno: CERM, s. r. o., 2002. 158 s. ISBN 80-21--2219-X.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá vlivem designu na ruční nářadí. V první teoretické části práce jsou rozebírány jednotlivé ruční operace prováděné při strojové výrobě. Další část je zaměřena na jednotlivé aspekty vlivu designu u ručního nářadí. Následuje zpracování dosahovaných parametrů u ručních prací. Experimentální část se zabývá úpravou držadel vratidla pro ruční řezání vnitřních závitů. Rovněž je zde zpracováno využití materiálu při volbě polotovaru z přířezu a samotné zhodnocení výroby tímto způsobem.

Klíčová slova

ruční práce, design, ergonomie, nářadí, řezání závitů, vratidlo

ABSTRACT

This thesis deals with the effect of the design on hand tools. In the first theoretical part of this thesis, individual manual operations carried out during manufacturing are being further analyzed. The next part then focuses on the individual aspects of the product design and its influence on the hand tools. Followed by the processing of achieved parameters in handwork. The experimental part of this thesis deals with adjustments of the tap wrench's handles made for manual cutting of internal threads. The utilization of the material when selecting a semi-finished product from blanks as well as the evaluation of the manufacturing in this way itself are also closely described in this part.

Keywords

handwork, design, ergonomics, tool, thread cutting, tap wrench

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

REMEŠ, David. *Účel designu u ručního nářadí*. Brno 2018. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 89 s. 15 příloh. Vedoucí práce. Ing. Milan Kalivoda

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Účel designu u ručního nářadí* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

23. 5. 2018 v Brně

Datum

Bc. David Remeš

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi z VUT v Brně za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině za finanční, materiální i psychickou podporu během celého studia.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ.....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD	8
1 RUČNÍ PRÁCE PŘI STROJOVÉ VÝROBĚ	9
1.1 Měření	9
1.2 Orýsování	11
1.3 Pilování	14
1.4 Řezání	18
1.5 Řezání závitů.....	20
1.6 Vrtání a zahlubování	23
1.7 Stříhání.....	30
1.8 Rovnání a ohýbání	34
1.9 Kování	37
1.10 Pájení	44
1.11 Nýtování	47
1.12 Svařování	51
1.13 Broušení	56
1.14 Další případy	59
2 VÝZNAM DESIGNU U RUČNÍHO NÁŘADÍ	60
3 UKÁZKY RUČNÍCH PRACOVÍŠŤ	62
4 DOSAHOVANÉ PARAMETRY NA RUČNÍM PRACOVÍŠTI.....	65
5 ROZBOR ZLEPŠUJÍCÍCH (VÝHODNĚJŠÍCH) MOŽNOSTÍ U RUČNÍCH PRACÍ	66
6 NOVÉ ŘEŠENÍ KONKRÉTNÍ SITUACE V PRŮMYSLOVÉ SÉRIOVÉ VÝROBĚ	67
6.1 Rozbor originálu držadla	67
6.2 Rozbor variant vhodných pro výrobu	68
6.3 Volba optimální varianty pro sériovou výrobu	72
7 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	73
7.1 Výpočet koeficientu využití materiálu	73
7.2 Zhodnocení	78
ZÁVĚR	79
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	81
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	87
SEZNAM PŘÍLOH	89

ÚVOD

U jednotlivých součástí se podíl ruční práce neustále snižuje, avšak stále představuje nezastupitelnou část výroby. O mechanizování (automatizování) výroby se snaží drtivá většina podniků zaměřených na výrobu součástí, ať už strojních či jiných. Ovšem plně mechanizovat výrobu je extrémně náročné, v mnohých případech to není vůbec možné.

Manuální práce má poměrně vysoký dopad na fyzické zdraví pracovníka, proto by tato část výroby neměla být příliš namáhavá a mělo by se jednat pouze o jednoduchou práci bez ručního manipulování s těžkými součástmi. U ruční práce je největším problémem zatěžování pouze určité části kloubů a svalů, proto by měla být co nejvíce ulehčena. Tomuto ulehčení ve značné míře přispívá vhodné nářadí a zejména jeho ergonomie.

Porozumění principu ruční práce je velmi důležité z toho důvodu, že se ve většině případů uplatňuje i v těch nejmodernějších a nejprogresivnějších technologiích strojního obrábění. Ruční práce je realizována zejména při výrobě, kontrole, montáži výrobků, opravách, údržbě atd.

1 RUČNÍ PRÁCE PŘI STROJOVÉ VÝROBĚ

Do ruční práce lze zahrnout veškeré ruční i strojně ruční práce, kde je potřeba kromě elektrické, hydraulické, pneumatické energie použít i samotných rukou pracovníka k vykonání určité operace. Ruční práce při strojové výrobě může být rozdělena do několika skupin a podle různých hledisek. V této práci budou popsány pouze základní ruční operace, a to [1]:

- měření,
- orýsování,
- pilování,
- řezání,
- řezání závitů,
- vrtání a zahlubování,
- stříhání,
- rovnání a ohýbání,
- kování,
- pájení,
- nýtování,
- svařování,
- broušení,
- další případy.

1.1 Měření

Mezi základní a nejdůležitější ruční pracovní operace patří **měření**, na kterém je závislá celková přesnost vyráběné součásti. Je považováno za kontrolní pracovní činnost, pomocí které je možné vyhodnotit (změřit) měřenou veličinu. Měření může být rozděleno na [2, 3]:

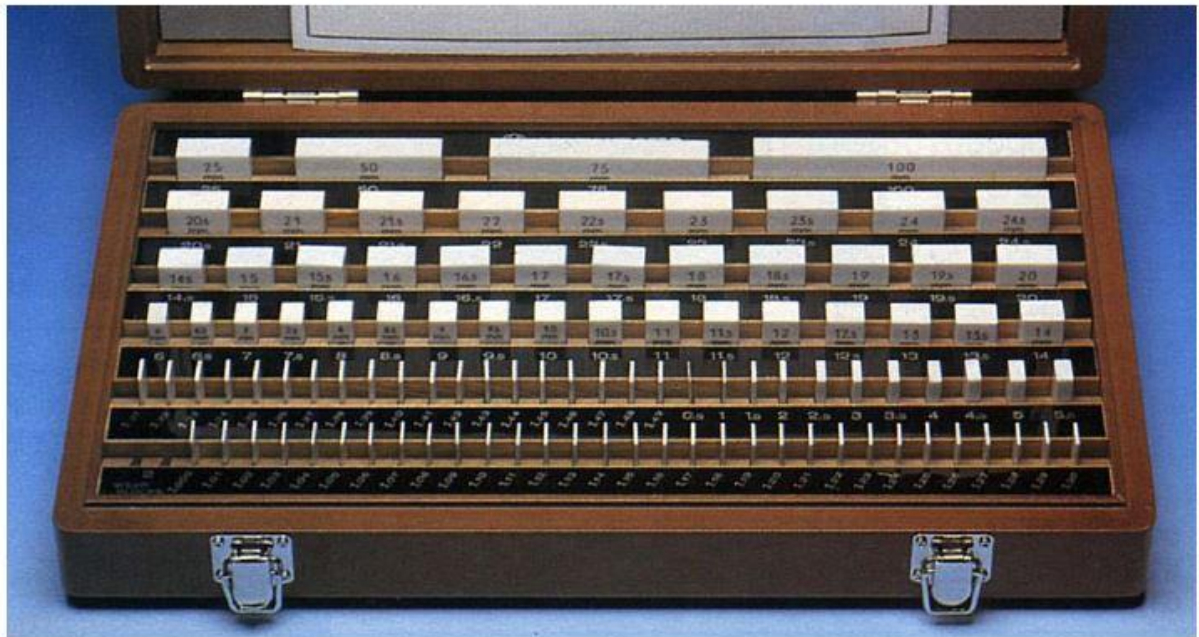
a) Měření porovnávací

Porovnáváním je srovnáván rozměr nebo tvar kontrolovaného předmětu s rozměrem nebo tvarem kalibru, šablony. V podstatě je zjišťováno porovnáním (kalibr), zda je vyrobená součást v toleranci, předepsané na výkrese. Mezi tyto měřidla dále patří koncové (základní) měrky (obr. 1.1), úchylkoměry, hmatadla apod. Kalibry je možné rozdělit na kalibry na vnitřní rozměry (obr. 1.2) a kalibry na vnější rozměry (obr. 1.3). Kalibrace (kontrola) těchto měřidel je prováděna zpravidla jednou ročně, záleží na předpisu výrobce a také na interním předpisu daného výrobního podniku [2, 3].

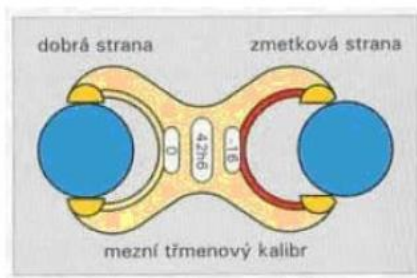
b) Měření skutečných hodnot

Měření skutečných hodnot je prováděno univerzálními měřidly, kde je možno přímo odečíst konkrétní hodnoty. Mezi tyto měřidla můžou být řazeny např. posuvná

měřidla (obr. 1.4), mikrometry (obr. 1.5), hloubkoměry, metry, ocelová měřítka apod. Kalibrace těchto měřidel je prováděna taktéž jednou ročně, i zde záleží na předpisu výrobce nebo na samotném výrobním podniku [2, 3].



Obr. 1.1 Koncové měřky [4].



Obr. 1.2 Kalibry na vnější rozměry [5].

Chyby (nepřesnosti), které se mohou vyskytnout při měření, je možné rozčlenit do dvou kategorií: chyby systematické a chyby nahodilé. Systematické chyby jsou opakující se chyby, které mohou být způsobeny: metodou měření, měřidlem, pracovníkem, prostředím apod. Nahodilé chyby je možné odstranit opakovaným měřením a vypočtením aritmetického průměru [3, 6].



Obr. 1.3 Kalibry na vnitřní rozměry [5].

1.2 Orýsování

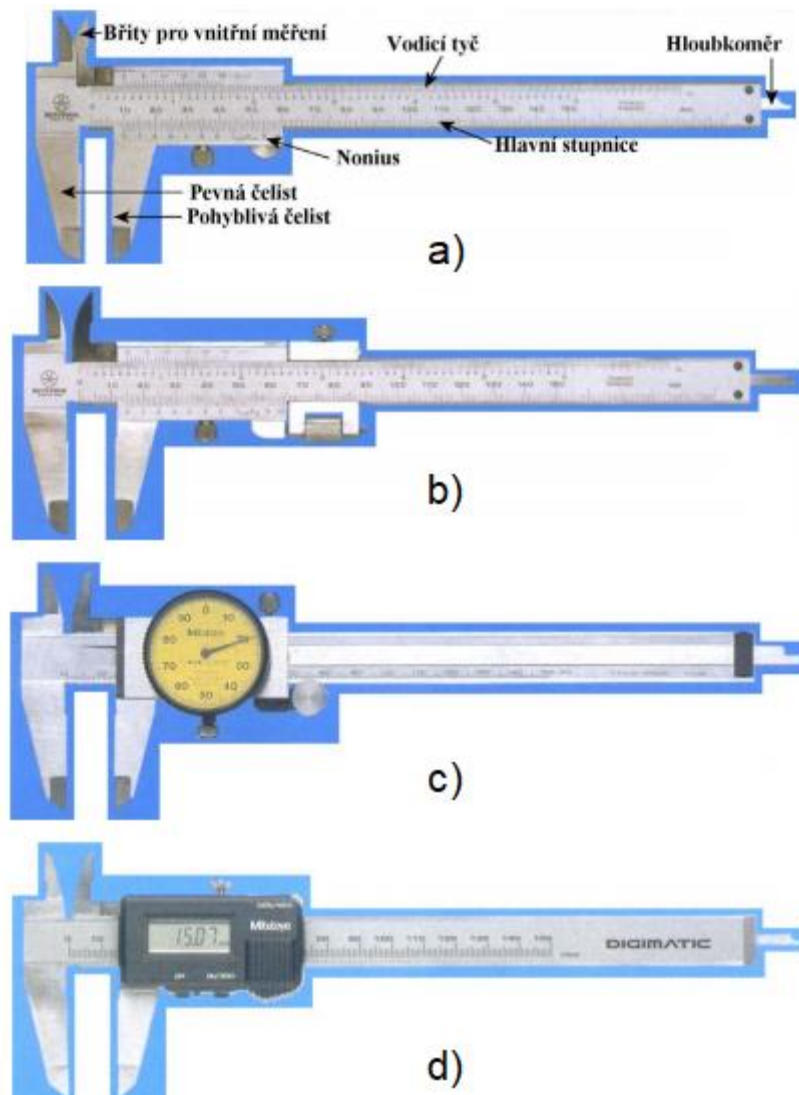
Orýsování je nezbytná, přesná a důležitá operace, která je prováděna před ručním obráběním téměř ve všech případech. Je to v podstatě přenos rozměrů z výrobního výkresu na materiál, ze kterého bude součást zhotovena. Do základního vybavení potřebného pro orýsování je nezbytné zařadit rýsovací desku, kružítko, ocelovou jehlu, důlčík, ocelové měřítko (pravítko), úhelník, středící úhelník (hledač středu), šroubové položky, prizmatické podložky, stojánkový nádrh s jehlou (výškoměr) atd. Povrch litinové součásti bývá pro lepší viditelnost orýsování opatřen přilnavým nátěrem z plavené křídý (plavená křída + voda + kliš), možný je také nátěr lihovou barvou, u ocelových součástí je používán roztok modré skalice (povrch je poměděn). U lehkých kovů a jejich slitin se používá černý nebo červený lak [1, 2].

Pomůcky pro orýsování:

Rýsovací deska (obr. 1.6) je pro součásti a další rýsovací nářadí (výškoměry, prismata, hranoly, stojánkové nádrhy atd.) použita jako základní dosedací (upínací) plocha nejčastěji vyrobená z litiny, případně žuly. Samotné rýsovací desky bývají upnuty na speciálních stolech. Při ustavování obrobku na rýsovací desku je nutné, aby technologická základna stála kolmo, případně aby ležela vodorovně s rýsovací deskou [2, 6].

K přenášení rozměrů a rýsování kružnic slouží **kružítko** (obr. 1.7), která jsou vyrobena z oceli a pouze hroty jsou poté zakaleny. Při orýsování lehkých kovů bývá jeden hrot kružítko opatřen držákem tuhy, jelikož na tomto materiálu je tuha

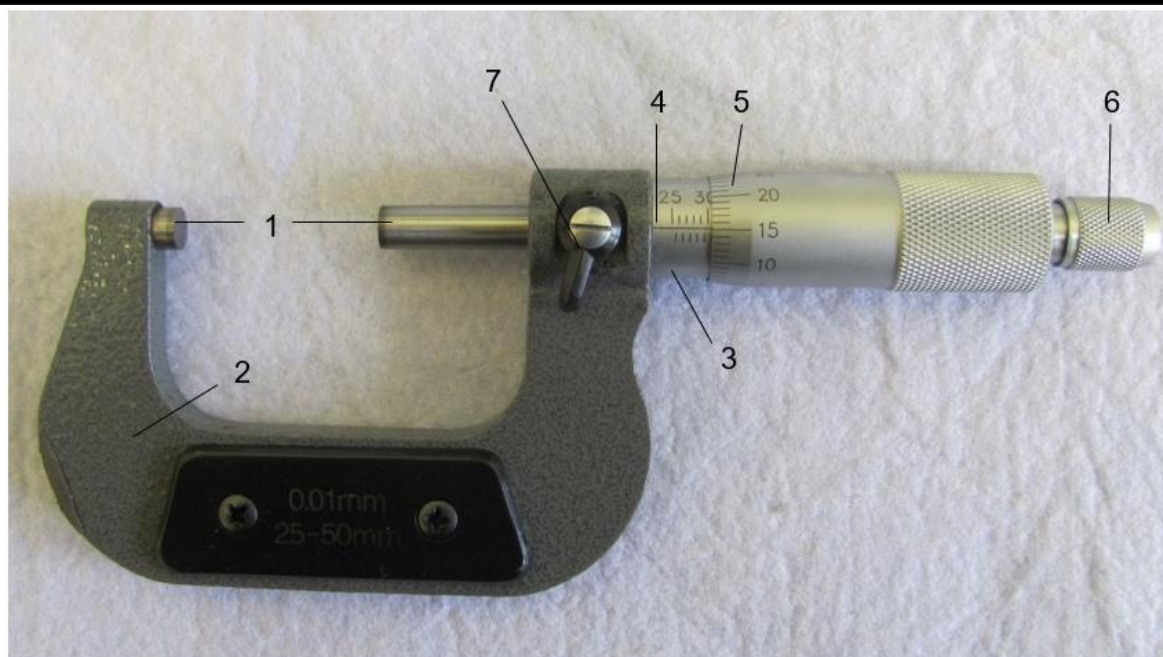
dobře vidět. Pro tvorbu rozměrných kružnic a oblouků bývá použito kružítko tyčové [2, 6].



Obr. 1.4 Posuvná měřítka [4]: a) klasické, b) s jemným stavítkem, c) s kruhovým číselníkem, d) digitální.

Rýsovací jehla (obr. 1.8) je opatřena tenkou zakalenou špičkou, na rukojeti jehly je vytvořeno vroubkování, šestihran nebo je konec jehly zahnutý pod pravým úhlem či prstencově [2, 3].

Stojánkový nádrh s jehlou (výškoměr) (obr. 1.9) je veden po rýsovací desce (úhelníku) a tvoří se jím rovnoběžné přímky na součástech. Hrot ostří je pro větší trvanlivost nástroje zakalen. Nastavení tohoto nástroje na požadovanou hodnotu je prováděno od roviny rýsovací desky, volitelné roviny obrobku nebo od libovolného orýsování na obrobku [2, 3].



1 – dotyky, 2 – třmen, 3 – trubka s hlavní stupnicí, 4 – ryska,
5 – bubínek se stupnicí (nonius), 6 – řehtačka (zubová spojka), 7 – aretace

Obr. 1.5 Třmenový mikrometr [3].



Obr. 1.6 Rýsovací deska [7].



Obr. 1.7 Tyčové kružítko [8].



Obr. 1.8 Rýsovací jehla [9].



Obr. 1.9 Stojánkové nádrhy [5].

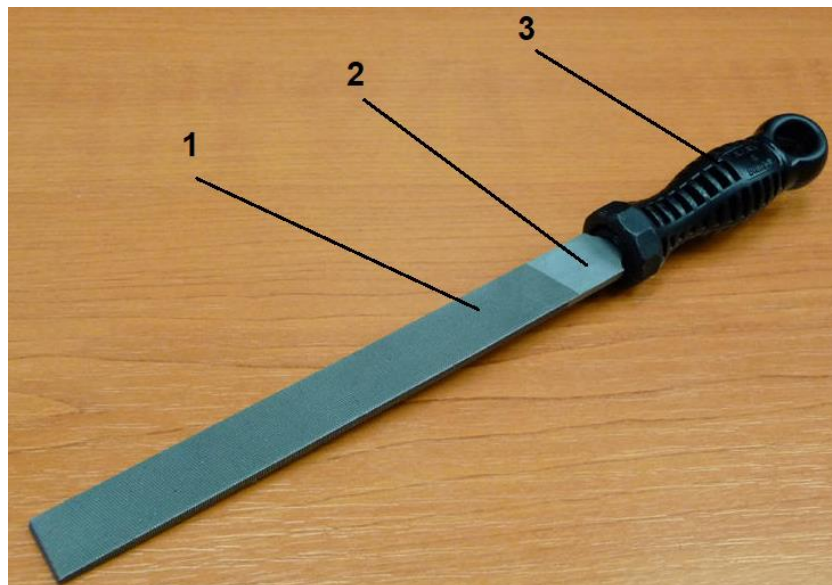
1.3 Pilování

Pilování je považováno za základ strojnické zručnosti. Z tohoto důvodu začíná praxe budoucího obráběče kovů, obecně kovodělníka, pilováním. Jedním z nejdůležitějších ručních nástrojů pro třískové obrábění je bezesporu pilník. Při samotném pohybu pilníku směrem dopředu jsou odebírány drobné třísky pomocí klínovitých zubů (seků), které jsou uspořádány šikmo k tělu pilníku, což má za následek vytvoření požadované přesné plochy na součásti [1, 2, 3].

Pilování je rozděleno jako běžné strojní obrábění na hrubování a dokončování. Při hrubování je veden pilník dlouhými tahy (zdvihy) a silně se na něj tlačí, používány jsou pilníky s hrubšími seky. Kdežto při dokončování je tomu přesně naopak, tlačeno je méně a tahy pilníku jsou zkracovány, za použití pilníků s jemnějšími seky. Materiálem pro výrobu pilníků je obvykle nástrojová uhlíková ocel s obsahem maximálně 1,5 % uhlíku nebo chromová ocel. Tvrdost běžných pilníků po zakalení se pohybuje okolo 60 HRC (stupňů tvrdosti dle Rockwella). Pilník (obr. 1.10) je obvykle složen ze tří částí: těla pilníku (1), stopky (2) a rukojeti (3). Tvar pilníku je volen dle druhu obráběného materiálu, charakteru obráběné plochy, požadované tloušťky ubírané vrstvy a také jakosti povrchu. Pilníky jsou nejčastěji rozděleny podle zubů (seků), průřezu (tvaru) a velikosti [2, 3, 6].

Upínání větších součástí při pilování je prováděno do svěráku, obvykle je mezi kalené čelisti svěráku a součást vkládána tzv. čelistová vložka, z důvodu možného omačkání součástí. Menší součásti jsou upínány do svěrek křídlovou maticí na šroubu nebo klikou na čtyřhranu. Do svěrek jsou rovněž upínány dráty a delší součásti v jemné mechanice. Při srážení hran na šikmé upínání se používají skřípce,

které se poté upínají do čelistí svěráku, tím se stahují a drží součást, aniž by se poškodila. Dřevěné příložky nebo olověné čelistové vložky jsou používány pro upnutí součástí se závitem. Pro upínání válcovitých součástí je používáno prizmatických vložek. Upnutí do svěráku musí být provedeno tak, aby součást, která bude pilována vůbec nevyčnívala z čelistí svěráku, nebo vyčnívala jen minimálně, a to z důvodu možných vibrací a různých nepříjemných zvuků, které při vibrování součásti vznikají. Pilník má být při práci veden vodorovně (obr. 1.11) a z různých směrů, zejména při pilování rovinných ploch [1, 3].



1 – tělo pilníku, 2 – stopka, 3 – rukojeť.

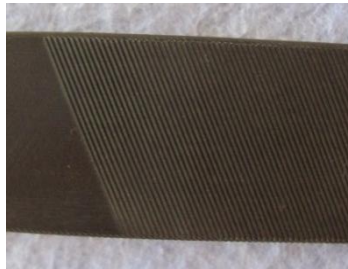
Obr. 1.10 Plochý pilník [10].



Obr. 1.11 Správné vedení pilníku při upnutí součásti do svěráku [11].

Rozdělení pilníků dle druhu zubů (seků) [3, 6]:

- **s jednoduchým sekem** (obr. 1.12) – seky jsou uspořádány jedním směrem přes plnou šířku pilníku, odebírány jsou tenké a dlouhé třísky. Pilníky s jednoduchým sekem jsou používány zejména pro obrábění měkčích kovových materiálů, plastů atd. [3, 6].



Obr. 1.12 Plochý pilník s jednoduchým sekem [3].

- **s křížovým sekem** (dvojitý sek) (obr. 1.13) – první (spodní) sek je mělký, tento je překryt druhým (vrchním) sekem, jenž je hlubší a tvoří se jím zuby, které se předchozím spodním sekem přerušují. To má za následek snazší oddělování a odvádění tvořících se třísek. Tento druh seku se používá pro obrábění oceli, litiny, mosazi atd. [3, 6].



Obr. 1.13 Plochý pilník s křížovým sekem [10].

- **s frézovanými zuby** (obr. 1.14) – vyráběny nejčastěji ve dvou provedeních. S přímými zuby používanými zejména na měkčí materiály (plasty, hliník atd.), se zuby obloukovými, které jsou používány pro obrábění tvrdších materiálů (dural, tvrzený papír atd.) [3, 6].












Obr. 1.14 Pilník karosářský s frézovanými zuby [12].

- **se struhákovým sekem** (rašple) (obr. 1.15) – k odebírání materiálu dochází spíše odtrháváním částech než řezáním. Tento druh pilníku je používán pro obrábění nejměkčích kovových materiálů (slitin hliníku, olova, cínu atd.), dále plastů a zejména dřeva [3, 6].



Obr. 1.15 Rašple se struhákovým sekem [3].

Rozdělení pilníků dle průřezu [3, 6]:

- plochý, 
- čtyřhranný, 
- kulatý, 
- trojhranný, 
- nožový, 
- kulatý, 
- půlkulatý, 
- mečový, 
- jazýčkový, 

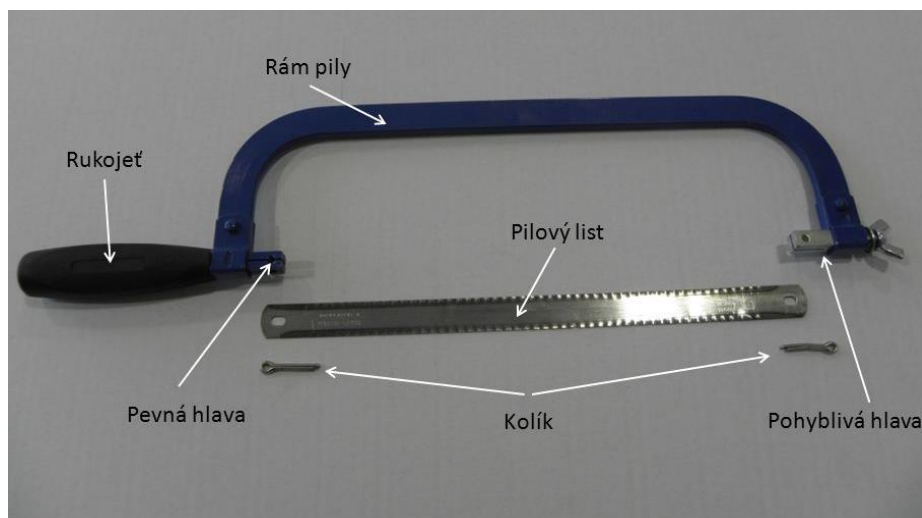
Další druhy pilníků [3, 6]:

Brousicí – používají se pro velmi tvrdé a kalené materiály. Jsou vyrobeny ze standardních brusných materiálů. Průřezy těchto pilníků jsou stejné jako u běžných pilníků (viz výše).

Jehlové – těchto pilníků je využíváno v jemné mechanice a také při výrobě nástrojů a mají nejjemnější druh seku. Průřezy jsou mnohem menší, ale tvarově rovněž stejné jako u běžných pilníků.

1.4 Řezání

Řezání je řazeno do základních druhů třískového obrábění, při němž je materiál oddělován a odváděn ve formě jemných třísek vícezubým nástrojem z řezu pryč. Základní rozdělení řezání je na strojní a ruční, v této práci však bude popsáno pouze ruční řezání. K náradí, které je používáno při ručním řezání patří rámová pila (obr. 1.16) nebo pro větší série elektrická ruční pila (obr. 1.17). Elektrická ruční pila je poháněna elektromotorem s výkonem kolem 700 W s rychlostí 1000 až 1400 zdvihů za minutu. Pilové listy, které se zde používají, jsou pouze jednostranné. Tyto pily jsou dodávány s různým počtem pilových listů na kov i dřevo. Vyšší počet zdvihů je používán pro řezání měkčích materiálů, nižší naopak pro tvrdší kovové materiály. Při ručním řezání rámovou pilou, kde je pila vedena přímočarým vratným pohybem, kdy při pohybu směrem dopředu je za přiměřeného tlaku na pilu materiál odřezáván, kdežto při zpětném pohybu je materiál oddělován jen minimálně, pila je odlehčena a pilový list je pouze veden drážkou (zubovou mezerou) zpět na začátek řezu. Řezání je používáno k dělení materiálu a rovněž k vytváření úzkých drážek v součásti, jako je například oprava hlavy zápusťného šroubu pro jednoduchý šroubovák [1, 2, 3, 6, 13].



Obr. 1.16 Rámová pila [14].



Obr. 1.17 Elektrická ruční pila [15].

Kvůli zadrhávání pily (velkému tření) musí být drážka širší, než je tloušťka pilového pásu, což je zajištěno buď širšími zuby, než je tloušťka pilového pásu, zvlněním zubů, nebo jsou zuby vyhnuty střídavě jeden vpravo a další vlevo asi o 0,3 mm. Vzdálenost mezi jednotlivými zuby (hustota zubů) je označována jako rozteč. Pilové listy jsou dle rozteče rozděleny do tří skupin na: jemnou (22 až 32 zubů), střední (18 až 22 zubů) a hrubou (14 až 16 zubů) rozteč. Rozteč je udávána počtem zubů na délku jednoho anglického palce (asi 25,4 mm), který se značí 1“, standardně je používáno 18 zubů na 1“. Obecně pro volbu rozteče platí pravidlo, že pro velké průřezy a měkkší materiály se použije hrubá rozteč, kdežto pro menší plné i duté materiály jemná rozteč. Pilový list může být oboustranný nebo jednostranný, jak je znázorněno na obr. 1.18. Materiálem používaným pro výrobu pilových listů může být konstrukční chromová ocel pro řezání materiálu o nízké pevnosti, nebo pro vysokopevnostní materiály rychlořezná ocel. Při řezání vzniká velké teplo, proto je v některých případech nutno chladit, k čemuž je nejčastěji použit olej. Pokud je řezání značně namáhavé, došlo zřejmě k otupení listu a je nutné jej vyměnit za nový. Výměna je provedena tak že nejprve je povolena napínací matice, poté vyjmuty zajišťovací kolíky a pak je vyměněn starý list za nový. Důležité je, aby zuby směřovaly k rukojeti. Poté jsou zpět vloženy kolíky, a nakonec je list přiměřeně napnut pomocí napínací matice. Opatřené listy je nutné vyřadit. Není možné je nabrousit a znovu použít [1, 2, 3, 6, 13].

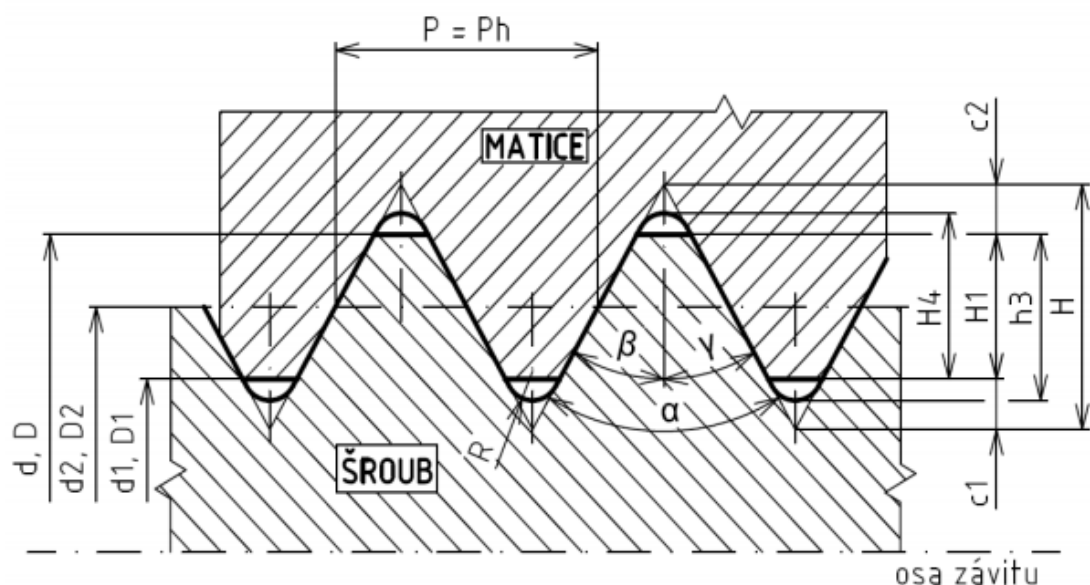
Upínání řezaných součástí je prováděno nejčastěji do čelistí svěráku, nebo do čelistových vložek tak, aby místo, kde bude řez vytvořen, z čelisti svěráku vyčnívalo co nejméně. Jinak by docházelo ke chvění a následné rezonanci materiálu, což se projeví nepříjemným zvukem, jak bylo popsáno už výše u kapitoly pilování. Trubky a válcové součásti se upínají do montážního svěráku. Materiál, který nesmí být poškrábán, ani jinak poškozen, je upínán do měkkých čelistových vložek [3, 6].



Obr. 1.18 Druhy pilových listů [13]: a) oboustranný, b) jednostranný.

1.5 Řezání závitů

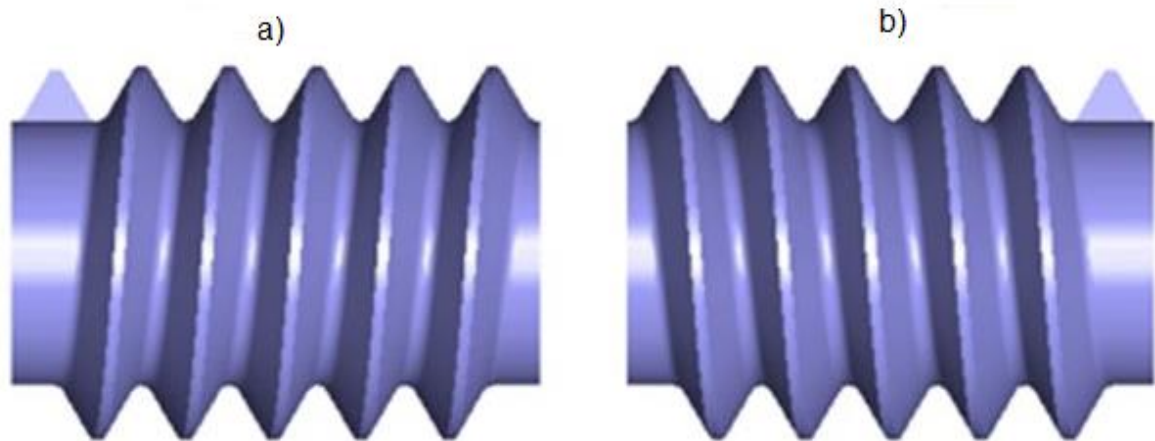
Závit (obr. 1.19) je technologickým prvkem strojních součástí v dnešní době využívaným ve všech odvětvích strojího průmyslu. Vnější i vnitřní závit vznikne šroubovitým natočením profilu závitu na válcové ploše, zjednodušeně vyříznutím šroubovitě drážky (šroubovice) dle profilu závitu do dřívku šroubu nebo díry matice. Závit slouží k rozebíratelnému spojení dvou i více součástí u spojovacích šroubů nebo k převodu rotačního pohybu na posuvný u pohybových šroubů. Šroubovice (závit) může být levá (označeno LH za značkou závitu) – šroubovice stoupá zprava doleva proti směru hodinových ručiček (obr. 1.20a) nebo pravá (běžně) – šroubovice stoupá zleva doprava ve směru hodinových ručiček (obr. 1.20b). Vzdálenost dvou sousedních stejnohlých vrcholů závitu téže šroubovice je označována jako rozteč, v literatuře značena „P“. Posun šroubovice ve směru osy otáčení šroubu o jednu otáčku se nazývá stoupání „ P_h “ (s), pokud se jedná o jednochodý závit, tak se rovná rozteči „ $P = P_h$ “. Dvojchodý, trojchodý a vícechodý závit jsou dva, tři a více závitů vedle sebe. Stoupání je získáno vynásobením rozteče a počtu chodů. To že se závity sami nevyšroubují, způsobuje tření na bocích závitu, což je samosvornost. Samosvornost je závislá zejména na úhlu stoupání závitu α , a tedy i na stoupání P_h . Čím menší je úhel stoupání, tím lepší samosvornost je dosahována, tedy tam, kde úhel stoupání α je menší než 15° , je dosahována dostatečná samosvornost. Naopak závity s velkými úhly stoupání mohou mít malou nebo žádnou samosvornost, z tohoto důvodu se používají závity o dvou, tří i více chodech [1, 3, 16,17].



Obr. 1.19 Prvky závitu [19].

Tab. 1.1 Popis prvků závitu z obr. 1.19 [19].

d – velký průměr závitu šroubu [mm]	β, γ – úhly boků závitu [°]
d1 – malý průměr závitu šroubu [mm]	R – poloměr zaoblení dna [mm]
d2 – střední průměr závitu šroubu [mm]	H – výška základního trojúhelníka [mm]
D – velký průměr závitu matice [mm]	H1 – nosná výška závitu [mm]
D1 – malý průměr závitu matice [mm]	h3 – výška závitu šroubu [mm]
D2 – střední průměr závitu matice [mm]	H4 – výška závitu matice [mm]
P_h – stoupání závitu ($P_h = n \cdot P$) [mm]	c1 – seříznutí závitu matice [mm]
P – rozteč závitu [mm]	c2 – seříznutí závitu šroubu [mm]
α – úhel stoupání závitu [°]	



Obr. 1.20 Základní dva druhy závitů [18]: a) levý, b) pravý.

Rozdělení závitů může být provedeno podle různých kritérií, zde však budou rozděleny dle použití a profilu ty nejčastěji používané [2, 3, 16, 17]:

a) spojovací (viz přílohy 1 a 2):

- **Metrický závit,**
- **Whitworthův závit,**
- **Trubkový závit,**
- **Oblý závit.**

b) pohybové (viz příloha 3):

- **Lichoběžníkový rovnoramenný,**
- **Lichoběžníkový nerovnoramenný závit.**

Materiály pro výrobu ručních závitníků [16, 17]:

- Nástrojová ocel (NO) pro malou kusovou výrobu. Z nástrojové oceli jsou nejčastěji vyráběny závitová očka, ruční a maticové závitníky.
- Rychlořezná ocel s příměsí kobaltu (HSSE), jedná se o ocel s povlakem (většinou nitrid titanu), který zvyšuje jeho otěruvzdornost, a tedy i prodlužuje životnost celého závitníku. Tato ocel je vhodná pro velké série závitů, tvrdší a houževnatější materiály.
- Slinuté karbidy (SK) jsou považovány za mnohem tvrdší materiál než rychlořezné oceli. Slinuté karbidy jsou použitelné na většinu materiálů, nejdůležitější je zvolení správného SK podle druhu obráběného materiálu.

Popis nástrojů pro řezání závitů

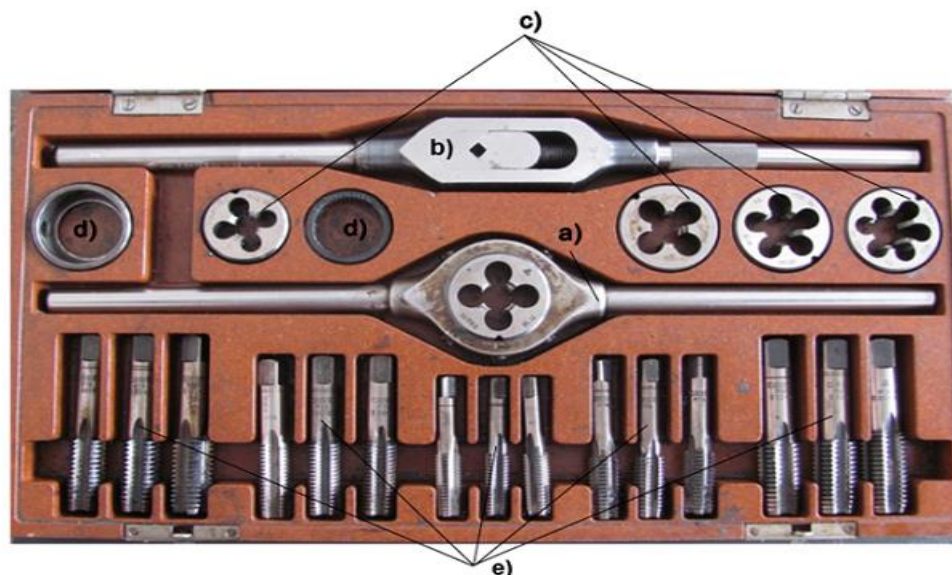
Ruční **řezání závitů** je rozděleno na řezání vnějších a vnitřních závitů. Řezání vnějších závitů je prováděno pomocí kruhových závitových čelistí (závitnic), pro vnitřní závit je použito závitníků sadových nebo maticových. Závitník i závitnice jsou upínány do vratidla, pro vnitřní (obr. 1.27a) a vnější (obr. 1.27b) závitování mají vratidla rozdílný tvar. Závitnice (obr. 1.28c) jsou podobné kruhové matici, závit je přerušen někdy až pěti otvory, které vytváří zubové mezery (drážky). Závit nad průměr 16 mm jsou obvykle předřezané (např. na soustruhu), závit pod 16 mm se řezou jedinou čelistí. Do vratidla jsou závitnice upínány pomocí tří nebo čtyř upínacích šroubů, tyto šrouby dosedají do kuželových důlku na závitnici. Kruhová dutina ve vratidle je shodná s vnějším průměrem závitnice, nebo může být použito redukčního pouzdra (obr. 1.27d) v případě závitnice s menším vnějším průměrem. Závitníky (obr. 1.27e) jsou stopkové nástroje skládající se z upínacího čtyřhranu, stopky a řezné části s náběhem. Mohou být rovněž levé nebo pravé. Dále se mohou dělit na sadové a maticové. Sadové závitníky jsou používány na neprůchozí díry z důvodu kratší řezné části. Sada je nejčastěji složena z 3 závitníků – předřezávacího, řezacího a kalibrovacího, které musí být použity postupně. Maticové závitníky bývají opatřeny delším řezným kuželem, na kterém je postupně zvyšován záběr do materiálu. Proto je možné je použít na průchozí díry [2, 3, 16, 20, 21].

Závit je nutné po jejich vytvoření zkontrolovat. Kontrola se provádí zvlášť pro vnější a vnitřní závit. Pro kontrolu vnitřních závitů se používá mezních válečkových kalibrů opatřených závitem na obou stranách. Na jedné straně je závit požadovaný (delší závit), který musí jít do protikusu (matice) lehce zašroubovat

a zároveň nesmí být velká vůle mezi oběma závitů. Na straně druhé je závit neshodný (zmetkový), ten nesmí jít zašroubovat vůbec, závit je kratší a bývá označen červeným pruhem. Pro kontrolu vnějších závitů se používá závitových kroužkových kalibrů nebo též závitových třmenových mezních kalibrů. Při kontrole kroužkovými kalibry musí být použito dvou kroužkových kalibrů, jeden s požadovaným závitěm, který musí jít bez problému zašroubovat a druhý, červeně označený, se zmetkovým závitěm, který nesmí jít našroubovat. U závitových třmenových kalibrů je výhodou možné nastavení tolerance jmenovitěho rozměru. Na závitech se dále kontroluje stoupání a úhel boků pomocí závitových šablon (měrek) [1, 2, 6].

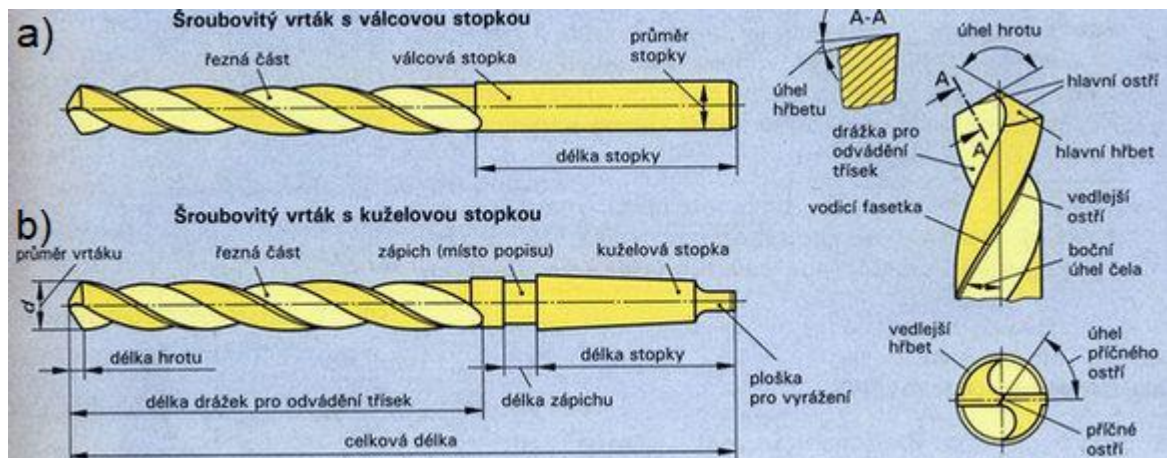
1.6 Vrtání a zahlubování

Když jde o **vrtání**, je tím myšleno třískové obrábění materiálu pomocí vrtáku (nejčastěji dvoubřitěho) konajícího hlavní (otáčivý) řezný pohyb, který je současně ručně nebo strojně posouván do vrtaného materiálu (řezu). Vrtákem jsou tvořeny do materiálu válcové díry. Ty mohou být průchozí (skrže celý materiál), nebo neprůchozí (tzv. slepé), mající určitou požadovanou hloubku. Vrtáky jsou vyráběny nejčastěji z nástrojové, rychlořezné nebo uhlíkové oceli. Po vytvoření požadované geometrie vrtáku vždy následuje kalení, a to zejména pro zvýšení tvrdosti. Pro velmi tvrdé a houževnaté materiály (např. tvrzená litina, ocelolitina, mramor atd.) je tělo vrtáku vyrobeno z běžných uhlíkových ocelí a špička je osazena destičkami ze slinutých karbidů [1, 2, 3, 6].



Obr. 1.27 Náradí pro závitování [3]: a) vratidlo pro vnitřní závit, b) vratidlo pro vnější závit, c) závitové čelisti (závitnice), d) redukční pouzdro, e) závitníky.

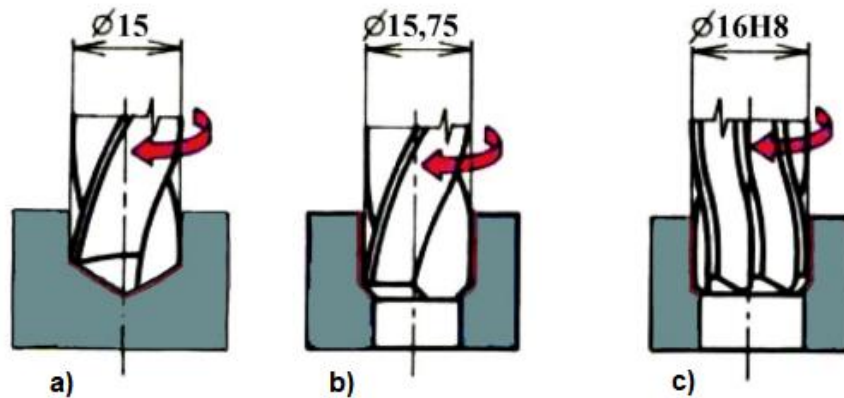
Tyto řezné nástroje jsou vyráběny v mnoha provedeních, ovšem základně se dělí na pravořezné (otáčejí se ve směru hodinových ručiček) a levořezné (otáčejí se proti směru hodinových ručiček). Vrtáky jsou vyráběny buď s válcovou stopkou (obr. 1.28a) – ty jsou upínány do dvou, častěji tříčelistových sklíčidel nebo vrtáky s kuželovou stopkou (obr. 1.28b), které jsou upínány přímo nebo s redukčním pouzdem do vřetene vrtačky. Kuželové vrtáky jsou zhotoveny s Morseovým kuželem v několika velikostech, tento kužel je používán celosvětově. Běžně používané šroubovitě vrtáky jsou opatřeny špičkou s vrcholovým úhlem $116\text{--}120^\circ$ (značeným ϵ), tudíž je třeba brát v potaz kuželovou špičku u slepých děr a vrtanou díru tedy patřičně prodloužit o výšku vrcholového kužele. Obrobky musí být upínány tak, aby střed díry byl umístěn přesně pod středem vrtáku, jinak by došlo k vyosení díry a nedodržení předepsaných rozměrů a tolerancí. Při tvorbě děr o menších průměrech do rozměrných obrobků, součást není třeba upínat, stačí jen obrobek na stole přidržovat rukou, menší součásti a plechy je třeba upínat vždy. Pokud má být vrtaná díra průchozí, vrtaný materiál je podkládán podložkami z tvrdého dřeva, tím je zabráněno vylamování konců díry při dovrtávání a chráněn je proti poškození také stůl [1, 2, 3, 6].



Obr. 1.28 Popis a geometrie šroubovitých vrtáků [22]: a) s válcovou stopkou, b) s kuželovou stopkou.

Obrobek je nutné před vyvrtáním díry orýsovat a vyznačit středy děr důlčíkem, to zejména kvůli správnému a přesnému vedení vrtáku. Vytvořená díra je vždy větší, obvykle o cca 0,1 mm z důvodu házení vřetena vrtačky atd. Přesné díry je nutné po vyvrtání (obr. 1.29a) vyhrubovat (obr. 1.29b) výhrubníkem a následně vystružit (obr. 1.29c) výstružníkem, aby bylo docíleno požadované přesnosti díry. Díry s průměrem nad 6 mm je nutné vždy předvrtat vrtákem o menším průměru. Při vrtání

je třeba ve většině případů chladit kvůli možnému rychlému otupení a ztrátě tvrdosti vrtáku. Jako procesní kapalina je používána vodní emulze s přísadou mýdla a emulzního oleje, přiváděna je do místa řezu čerpadlem a hadičkou nebo ručně nanesením pomocí štětce [1, 2, 3, 6].



Obr. 1.29 Zpřesnění vrtaných děr [23]: a) vrtání, b) vyhrubování, c) vystružování.

Základní druhy vrtáků a jejich popis [2, 6]:

- **Šroubovitý vrták** (obr. 1.30a) je běžně používán pro kov, plasty, dřevo atd. Jedná se o univerzální vrták použitelný téměř na veškerý běžně používaný materiál. Šroubovice tohoto vrtáku velmi dobře odvádí třísku a také zajišťuje dostatečné chlazení. Vrcholový úhel tohoto vrtáku se pohybuje v rozmezí od 116–180°, záleží na vrtaném materiálu. Úhel sklonu šroubovice se pohybuje v rozmezí 10–45°, rovněž podle vrtaného materiálu [2, 6].
- **Kopinatý vrták** (obr. 1.30b) je jedním z nejstarších vrtáků, pracuje nepřesně a v dnešní době se téměř nepoužívá. Vrcholový úhel tohoto vrtáku se pohybuje v rozmezí 80–130° a tvoří jej břity spojeny příčným ostřím, které tento úhel svírají [2, 6].
- **Hlavňový vrták** je vhodný pro vrtání děr o hloubce desetinásobku průměru i více, mohou být však použity i pro díry s menšími hloubkami. Mezi výhody tohoto vrtáku patří především vysoká kvalita povrchu vrtaného otvoru, malá odchylka souososti a optimální přímost díry. Díry tvořené tímto vrtákem jsou mimo vystředění středícím vrtákem ještě předvrtány kvůli správnému vedení vrtáku [2, 6].
- **Dělový vrták** (obr. 1.30c) je rovněž používán na hluboké díry, ovšem oproti hlavňovému vrtáku na menší vrtané hloubky. Konstrukce tohoto vrtáku

je jednodušší vzhledem k vrtákům hlavnovým. Zde je díra před použitím dělového vrtáku pouze vystředěna středícím vrtákem [2, 6].

- **Středící vrták** (obr. 1.30d) slouží především k navrtávání středících důlků, vyznačuje se především dobrou tuhostí. Tyto vrtáky mají tři různá provedení A, B a R. Jsou používány hlavně na soustruzích nebo na speciálních vyvrtávacích strojích [2, 6].
- **Korunkový vrták** (obr. 1.30e) je určen pro díry o velkém průměru. Používán je pro vypichování děr v tenkostěnných odlitcích a pro těžké stavební práce. Vhodný je zejména pro materiály jako beton, kámen, cihla atd [2, 6].
- **Trojhranný vrták** (obr. 1.30f) je používán k vrtání skla a tvrdých austenitických ocelí, pro odvrtání zlomených závitníků, šroubů atd. Při použití tohoto vrtáku nesmí být použito procesní kapaliny ani řezného oleje. Pro práci je nutné stabilní upnutí s plynulým posuvem a otáčkami max. do 3 500 1/min [2, 6].
- **Kruhostředný vrták** (obr. 1.30g) je používán hlavně pro vrtání děr, kde je potřeba dosáhnout rovného dna. Je to v podstatě obdoba kopinatého vrtáku [2, 6].

Základní druhy vrtaček a jejich popis [2, 3, 6]:

a) Přenosné

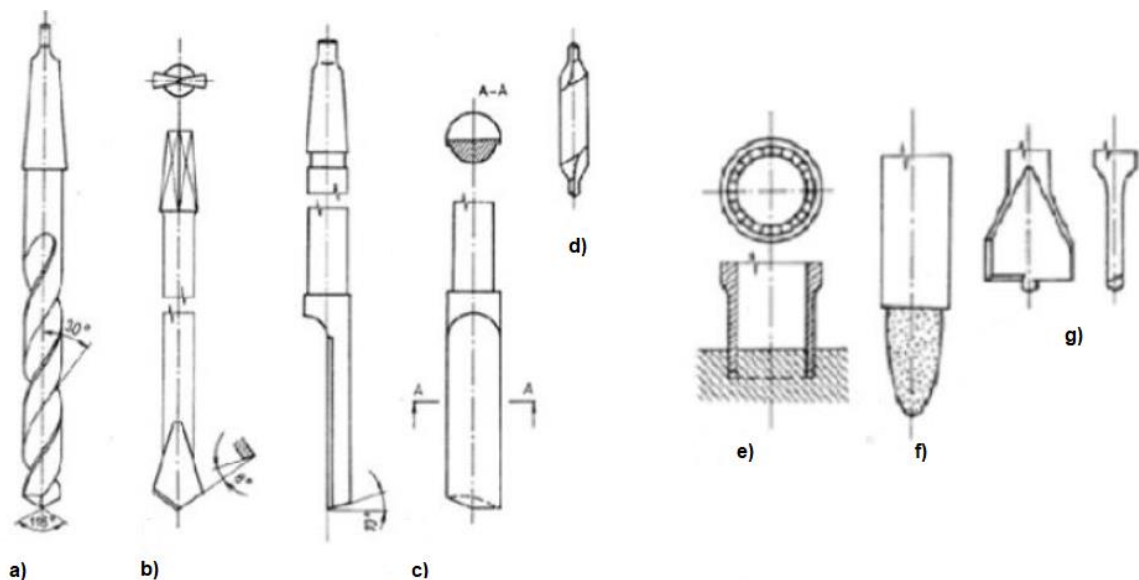
- **Mechanická ruční vrtačka** je k dostání elektrická s kabelem (obr. 1.31a), elektrická akumulátorová (obr. 1.31b) nebo pneumatická (obr. 1.31c) pro díry o průměru 2–25 mm. U elektrických vrtaček je možná plynulá nebo dvoustupňová regulace otáček vřetena. Posuvová síla ve směru osy vrtačky je zde vyvozena tlakem ruky, nebo u rozměrnějších vrtaček tlakem hrudníku na těleso vrtačky [2, 3, 6].
- **Ruční převodová vrtačka** (obr. 1.32) je vyráběna pro díry do průměru max. 10–13 mm. Pohyb vřetena je zde zajištěn otáčením kliky pomocí ruky a následně převeden na otáčivý pohyb vřetene [2, 3, 6].

b) Pevné

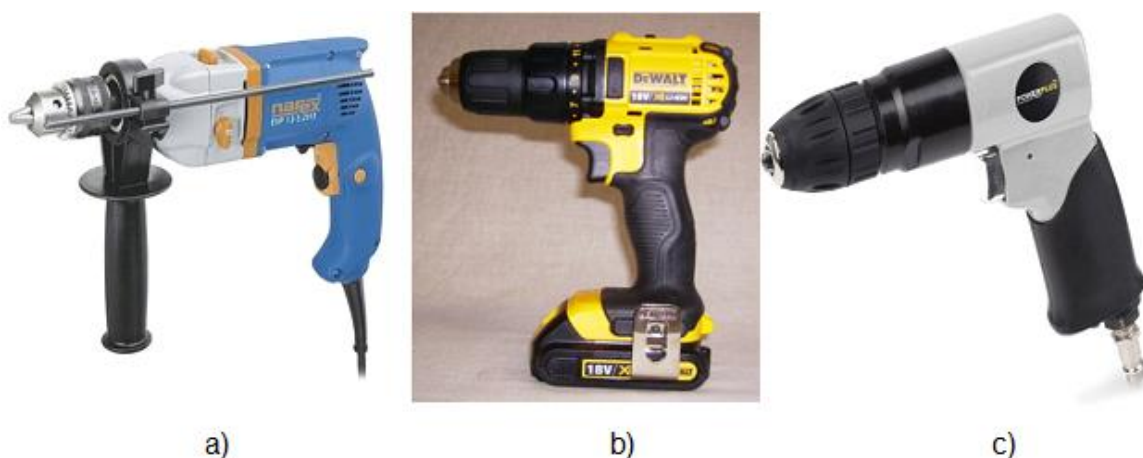
- **Stolní vrtačky** (obr. 1.33) jsou určeny pro vrtání děr do průměru 20 mm, je zde možnost několikastupňové volby otáček vřetene. Podle výšky obrobku

je možné nastavit svisle výšku vřeteníku vrtačky od pracovního stolu. Posuv do řezu je prováděn ručně [2, 3, 6].

- **Sloupová vrtačka** (obr. 1.34) je konstruována pro vrtání děr o průměru do 40 mm, které jsou vytvářeny do rozměrnějších obrobků. Mají strojní posuv a převodovou skříň pro stupňovitou změnu otáček. Stůl je výškově a osově polohovatelný. Bývá opatřena vlastním chlazením [2, 3, 6].
- **Stojanová vrtačka** (obr. 1.35) je opatřena litinovým stojanem, na kterém je připevněn vřeteník. Obrobek je upínán přímo na stůl nebo pomocí svěráku. Výhodou stojanové vrtačky je větší tuhost oproti sloupové, nevýhodou je především složitá manipulace [2, 3, 6].



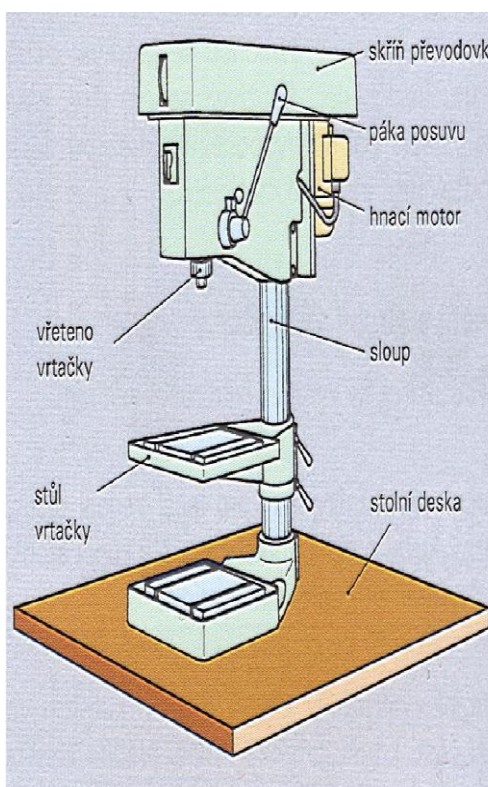
Obr. 1.30 Základní druhy vrtáků [6]: a) šroubovitý, b) kopinatý, c) dělový, d) středící, e) korunkový, f) trojboký, g) kruhostředný.



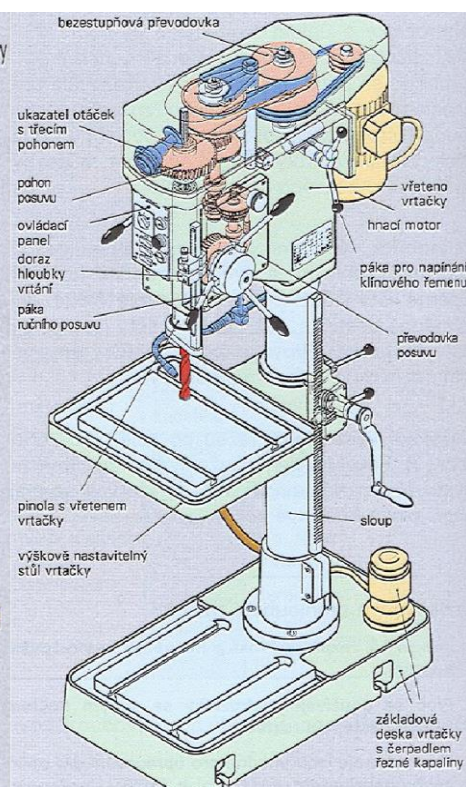
Obr. 1.31 Ruční elektrické vrtačky: a) s kabelem pro připojení do el. sítě [25], b) akumulátorová [24], c) pneumatická [26].



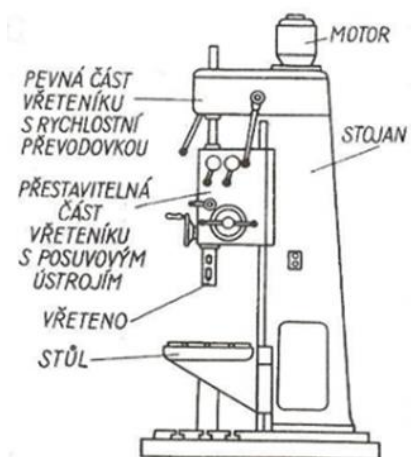
Obr. 1.32 Ruční převodové vrtačky [24].



Obr. 1.33 Stolní vrtačka [27].



Obr. 1.34 Sloupová vrtačka [27].



Obr. 1.35 Stojanová vrtačka [24].

Po zhotovení díry se používá **záhlubník**, konstrukcí je vrtáku podobný. Používán je hlavně pro srážení hran v dírách, zahlubování pro válcové nebo kuželové hlavy šroubů, nýtů, zarovnávání nálitků děr u odlévaných součástí, rozšiřování předvrtaných, odlitých nebo předlisovaných děr, navrtávání atd. Zpravidla je osazen dvěma nebo i více břity. Záhlubník je veden do vyvrtané díry pevným nebo výměnným čepem, který musí být dobře mazán, aby se v díře nezařadil. Pro zajištění souososti zahloubení s osou vrtané díry slouží vodící čep. Některé záhlubníky jsou vyráběny i bez vodícího čepu. Pro zabránění chvění nástroje a následné tvorbě stop na obráběném materiálu je záhlubník vyráběn zpravidla s lichým počtem zubů. U této operace musí být obrobek přesně a pevně upnut. Pro šetření břitů záhlubníku při zahlubování odlitků z litiny se tvrdý povrch obrobku nejprve opracuje sekáčem nebo obrousí. Otáčky vřetene jsou sníženy na polovinu oproti otáčkám při vrtání. Pro zarovnávání čelních ploch nálitků nebo velká zahloubení je použito dvoubřitých nožů, které bývají vsazeny a upnuty do trnů opatřených kuželovou stopkou a vodícím čepem. Tyto nože jsou vyráběny do průměru 200 mm a na bočních plochách jsou podbroušeny. Pro kovové materiály jsou záhlubníky a zahlubovací nože zhotoveny z rychlořezné oceli nebo se špičkou s výměnnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů, na dřevo může být použito nástrojové uhlíkové oceli [1, 3, 17].

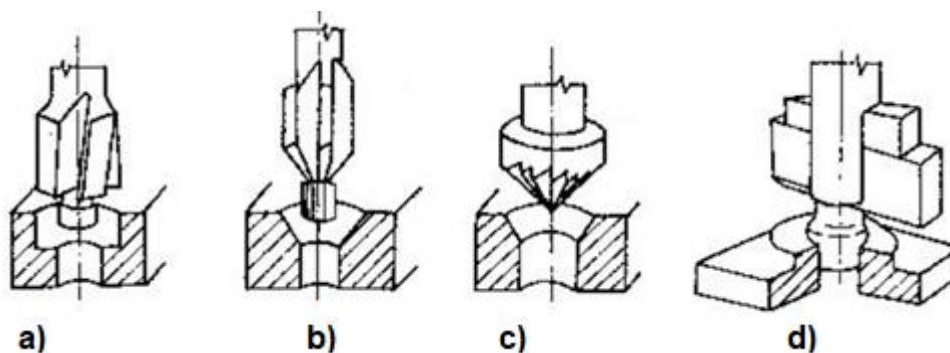
Druhy záhlubníků [3, 17]:

- **Válcový záhlubník s vodícím čepem** (obr. 1.35a), který je pevný nebo výměnný. Tento záhlubník je používán zejména pro zahloubení dosedací plochy válcové hlavy šroubu. Tvarem připomíná šroubovitý vrták, ale má rozdílný počet drážek (3 nebo 4 drážky oproti vrtáku, který má drážky 2). Stěny po zahloubení díry mají lepší povrch než po vrtání [3, 17].
- **Kuželový záhlubník s vodícím čepem** (obr. 1.35b), který může být rovněž pevný nebo výměnný. Kuželový záhlubník slouží pro srážení hran (otřepu) a je opatřen vrcholovým úhlem 60°. Dále je tento typ záhlubníku používán k zahloubení pro kuželové hlavy nýtů a je osazen vrcholovým úhlem 75°. Kuželový záhlubník s vrcholovým úhlem 90° je používán pro kuželové hlavy šroubů. Tyto záhlubníky jsou vyráběny v průměrech 8–80 mm [3, 17].
- **Kuželový záhlubník bez vodícího čepu** (obr. 1.35c) je používán stejně jako předešlý kuželový záhlubník s vodícím čepem, pouze vedení do díry není tolik přesné z důvodu absence vodícího čepu [3, 17].

- **Plochý záhlubník s vodícím čepem** (obr. 1.35d) je používán k zarovnání různých vyvýšenin, nálitků a celkově nerovných ploch u odlitků. Po zahloubení vznikne dosedací plocha pro matice a šrouby nebo také pro další opracování obrobku [3, 17].

Zahlubovací nástroje jsou vyráběny v různých provedeních, a to [3, 17]:

- **nástrčné** – vodící čep, břity a stopka jsou vyměnitelné,
- **celistvé** – vodící čep, břity a stopka jsou tvořeny jedním kusem,
- **dělené** – břity a stopka jsou tvořeny jedním kusem a vodící čepy jsou vyměnitelné.



Obr. 1.37 Druhy záhlubníků [17]: a) válcový záhlubník s vodícím čepem, b) kuželový záhlubník s vodícím čepem, c) kuželový záhlubník bez vodícího čepu, d) plochý záhlubník s vodícím čepem.

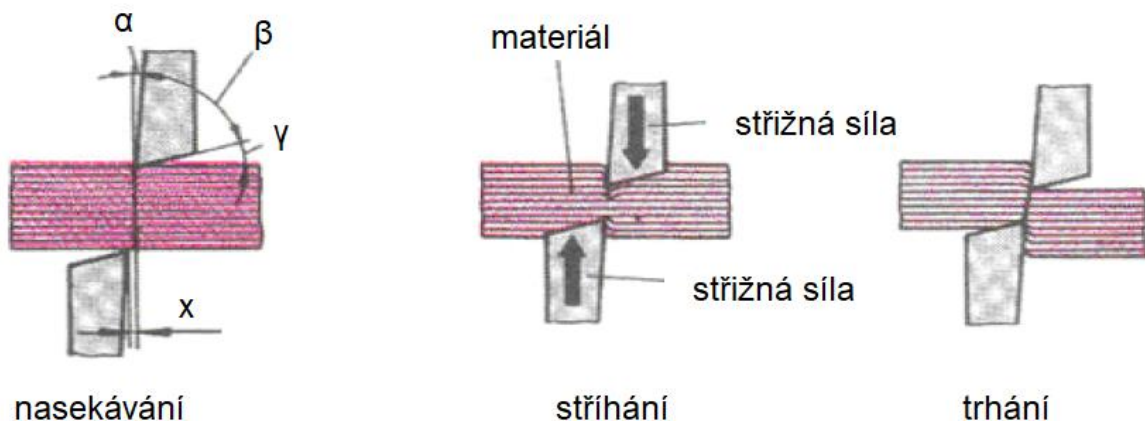
1.7 Stříhání

Stříhání je považováno za dělení materiálu, při kterém nevzniká žádný odpad (třísky), tudíž se jedná o velmi ekonomickou metodu dělení materiálu. Střížným nástrojem pro ruční stříhání jsou nůžky. Při samotném stříhání vnikají současně do materiálu klínové nože z obou stran, podmínkou správné činnosti nůžek je těsný dotyk obou z dvojce nožů ve střížném místě. Jelikož břit nepůsobí ve tvaru plochy, ale klínu, je síla potřebná ke stříhání o poznání nižší. Nože musí být vůči materiálu kolmo, při stříhání je nutné materiál v této poloze přidržovat, ať už je to ručně, nebo přidržovačem. Stříhání probíhá ve třech fázích (obr. 1.38): nasekávání, samotné stříhání a trhání. Geometrie nožů je rovněž zobrazena na obr. 1.38. Pro správnou funkci nůžek musí mít nože vhodný tvar a dostatečnou pevnost. Úhel břitu, který svírá čelo a hřbet, je důležitým faktorem při stříhání všech materiálů. Pro tvrdé kovy je volen úhel břitu 80–85°, pro kovy se střední tvrdostí 70–75° a pro kovy měkké 65°. Kvůli vysokému tření je hřbet odkloněn od řezné roviny o úhel hřbetu v literatuře

značen $\alpha = 2-3^\circ$, který tření značně sníží. Vůle mezi břity je volena $1/10$ až $1/20$ tloušťky daného materiálu, tím je zabráněno vzájemnému poškozování břitů nůžek [2, 3, 6, 28].

Rozdělení nůžek dle uspořádání nožů [6, 28]:

- s kotoučovými noži,
- s natáčením nožů kolem čepu,
- s přímočarým pohybem horního nože.



Obr. 1.38 Fáze stříhání + geometrie nožů [3]. α – úhel hřbetu, β – úhel břitu, γ – úhel čela, x – vůle mezi břity.

Rozdělení nůžek dle použití [2, 27, 28]:

a) Ruční nůžky

Ručně nůžkami jsou stříhány obvykle plechy z oceli do tloušťky cca 1 mm, přibližně 1,2 mm je tomu u hliníku, mosazi a rovněž mědi. Maximální tloušťka plechu, která lze na ručních nůžkách stříhat je 1,5 mm. Tyto nůžky pracují na principu dvouramenné páky. Úhel sevření u ručních nůžek je vždy menší než 15° , z důvodu dobrého zařezávání do materiálu. Při větším úhlu by po materiálu pouze klouzaly. Materiálem pro výrobu ručních nůžek je převážně nástrojová uhlíková ocel. Nůžky mohou být univerzální nebo pouze na určitý druh práce. Rovněž jsou v provedení pravé nebo levé, dle polohy spodní čelisti ve směru stříhu [2, 27, 28].

Ruční nůžky lze dále rozdělit [2, 28]:

- **Nůžky s otevřenými držadly** (obr. 1.39a) používají se pro stříhání přímých úseků a vnějších oblouků.
- **Nůžky s uzavřenými držadly** (obr. 1.39b) používají se rovněž pro stříhání přímých úseků a vnějších oblouků.

- **Nůžky s noži zahnutými do oblouku** používají se pro vystřihování vnitřních tvarů (oblouky a různé otvory).
- **Tvarové (vystřihovací) nůžky** jsou opatřeny tenkými řeznými břity pro vystřihování libovolných tvarů.



Obr. 1.39 Ruční nůžky [3]: a) s otevřenými držadly, b) s uzavřenými držadly.

b) Strojní nůžky

Strojní nůžky umožňují stříhat materiály o větších tloušťkách, jsou rovněž produktivnější a přesnější. Není zde rovněž potřeba takové síly pracovníka při stříhání, důvodem je větší páka nebo nějaká forma pohonu nůžek [3, 27, 28].

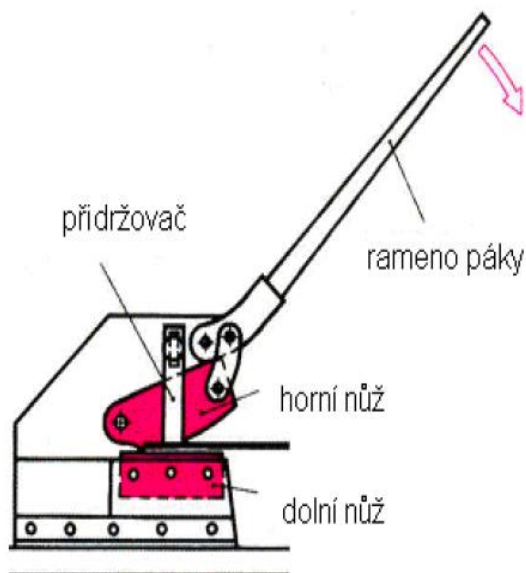
Dělení strojních nůžek je následovné [3, 27, 28]:

- **Pákové nůžky** (obr. 1.40) jsou konstruovány se spodním nožem nehybným a horní nůž s šikmým břitem je ovladatelný pákou. Těmito nůžkami je možné stříhat plech, pásy i profilový materiál (tyče do průměru cca 12 mm). Tloušťka stříhaného materiálu se řídí pokyny výrobce a obvykle může být až 6 mm. Je zde nutnost použití přidržovače, kvůli neustřížení materiálu, materiál by se bez použití přidržovače pouze „žvýkal“ [3, 27, 28].
- **Tabulové nůžky** (obr. 1.41) využívají se pro tvorbu přímých pásů plechu z velkých tabulí. Tloušťku stříhaného plechu opět udává výrobce těchto nůžek obvykle je to do cca 1,5 mm. Plech je veden po stole pomocí přestavitelných vodítek, před stříhem je pevně přitisknut shora přidržovačem ke stolu. Tabulové nůžky mohou mít šířku i několik metrů a mohou být rovněž s motorovým pohonem, posuv horního nože a přidržovače je zajištěn pomocí klikového mechanismu nebo hydraulického válce [3, 27, 28].
- **Okružní a křivkové nůžky** jsou používány pro stříhání tvarově členitých součástí. Jsou vybaveny kotoučovými noži, z důvodu malé stykové plochy

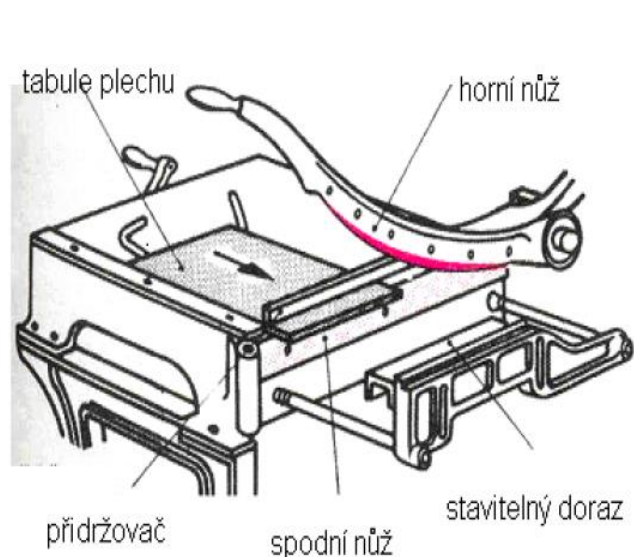
je umožněno snadné stříhání různých křivek. Používají se hlavně pro stříhání pásků a nepravidelných výstřihů. Při ostření se průměr horního kotouče zmenšuje, proto aby mohl být šetřen zvedá se i spouští horní kotouč i s hřídelem a ozubeným kolem pomocí přitahovací klíčky [1, 28].

- **Elektrické ruční nůžky** (obr. 1.42) se používají převážně pro vystřihování rozměrnějších plechových součástí libovolných tvarů, rovněž je možné stříhat trubky. Materiál je veden mezi spodním nehybným a horním kmitajícím nožem. Tyto nůžky jsou opatřeny výstředníkem, který pohybuje přes vestavěný elektromotor horním řezacím nožem v rychlých zdvizích. Dle velikosti a tvaru nůžek je možné stříhat rovné i zakřivené stříhy [2, 28].
- **Strojní nůžky na profily** (obr. 1.43) jsou používány pro stříhání profilových tyčí (kruhových, čtvercových a obdélníkových) a také pro profily (I, U, L). V některých případech mohou být rozšířeny přídatným doplňkovým zařízením pro stříhání plochého materiálu, pásů a plechů. Vyráběny a rozděleny jsou podle velikosti střížné síly, maximálně však 16 MN. Tyto nůžky jsou použitelné všude tam kde kvalita stříhu a přesnost dostačuje pro další zpracování [27, 28].

Dalšími případy mohou být: stříhání a prostřihování pomocí stříhadel, stříhání na výstředníkových lisech. U těchto druhů stříhání je podíl ruční práce minimální, proto z hlediska zaměření práce zde nebudou dále popsány [3, 27, 28].



Obr. 1.40 Pákové nůžky [2].



Obr. 1.41 Tabulové nůžky [2].



Obr. 1.42 Elektrické ruční nůžky [27].



Obr. 1.43 Strojní nůžky na profily [27].

1.8 Rovnání a ohýbání

Rovnání je druh tváření, přesněji plošného tváření. Jedná se o ruční nebo strojní pracovní operace, při nichž rovnaná součást získává svůj původní tvar, který byl ztracen deformací při různých průvodních pracovních operacích se součástí od přepravy, přes obrábění až po tepelné zpracování aj. Při rovnání je nezbytné brát v potaz odpružení a přizpůsobit rovnání tak, aby výsledkem byl rovný materiál. Rovnat lze materiál, který dosahuje dostatečných tvárných vlastností a rovněž musí mít dobrou houževnatost. Optimálních vlastností pro rovnání dosahují např. hliník, konstrukční oceli, mosaz nebo měď. Nevhodná pro rovnání je litina, zejména pak litina šedá (s lupínkovým grafitem), která by při rovnání praskla. Za zvýšené opatrnosti je možné rovnat tvárnou litinu, temperovanou litinu nebo kalené součásti, a to např. za použití otupeného sekáče (obr. 1.44) malými záseky na vyduť straně. Rovnání je prováděno za studena nebo za tepla (cca 900 °C). Zušlechtěné materiály nesmí být zahřívány z důvodu ztráty vlastností získaných zušlechtěním, proto je možné je rovnat pouze za studena [1, 2, 3, 27, 28].

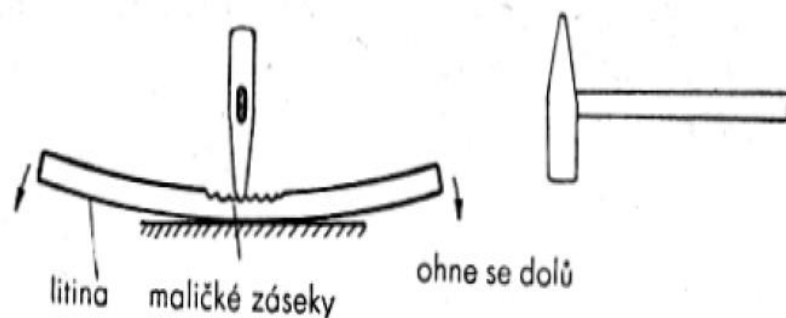
Rozdělení rovnání a popis [2, 3, 27, 28]:

- **Za studena** se provádí rovnání pomocí různých kladiv, rovnacích desek, lišt a nejrůznějších podložek položených nejčastěji na kovadině (obr. 1.45). Rovnací deska může být použita k rovnání rozměrných materiálů a rovněž jako kontrolní rovina. Za studena je rovnána pásová a tyčová ocel, tenké plechy. Rovnání rozměrnějších součástí je prováděno pomocí tlaku hydraulického

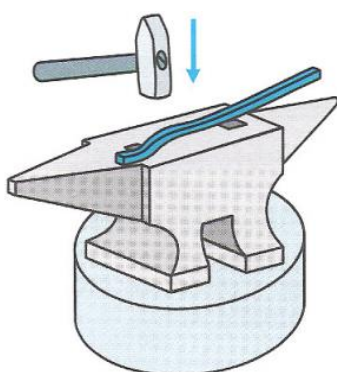
nebo šroubového lisu (obr. 1.46), různě pokrivené tabule plechu pomocí rovnicích válečků [2, 3, 27, 28].

- **Za tepla** je materiál ohříván ve výhni nebo pomocí plamene, nejčastěji je použito acetylen-kyslíkového plamene. Rychlým lokálním ohřevem a následným vychladnutím je zde vyvoláno smrštění, pomocí něhož jsou odstraněny deformace. Někdy je následně potřeba dorovnat materiál ručně. Tohoto způsobu rovnání se využívá pro větší průřezy tyčových a profilových materiálů [2, 3, 27, 28].

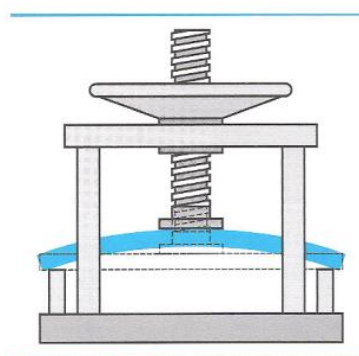
Ohýbání je rovněž plošná tvářecí operace, při které je měněn tvar materiálu. Při této operaci se materiál tahem na vnější straně ohybu natahuje a tlakem na vnitřní straně ohybu stlačuje (obr. 1.47). Nezměněn zůstává materiál pouze v jednom místě ohybu, a to v neutrální vrstvě. Po předchozím válcování je materiál ohýbán kolmo na směr válcovaných vláken z důvodu rozložení napětí na více vláken. Materiál může být ohýbán za tepla i za studena. Ohýbání za tepla, kdy materiál ohříváme na kovací teplotu, je prováděno u tyčí většího průřezu. Plechy a pásový materiál s kratší ohýbanou délkou jsou ve většině případů ohýbány ve svěráku s pomocí nejrůznějších vložek vkládaných do čelistí svěráku. Při ručním ohýbání je dále použito různých kladiv, kleští, paliček (pryžových nebo dřevěných), přípravků atd. Pro rozměrnější plechy, plechy o větších tloušťkách a ohyby větších délek je použito ohýbacích strojů nebo ohraňovacích lisů. Dlouhé tabule plechu, kde je potřebná vysoká přesnost, jsou ohýbány na strojních ohýbačkách (obr. 1.48). Na menších ohýbačkách se ohýbá ručně, u větších strojů je vykonáván pohyb horní čelisti nebo horní čelisti a ohýbací čelisti za použití elektromotoru. Plechy o větších tloušťkách se ohýbají na lisu, tyto stroje jsou opatřeny nástroji z nerezové oceli s vysokou odolností proti opotřebení. Hlavní části lisu jsou přitlačná lišta umístěná v horní pohyblivé části a lisovací stůl, který je připevněn na spodní pevnou část lisu. Ohýbání trubek je prováděno za studena u menších průměrů, nebo za tepla u větších průměrů. Pro dosažení ohybu bez viditelných deformací stěn je trubka naplněna pískem (ocel) nebo roztavenou kalafunou (hliník, mosaz, měď), které jsou po ohnutí odstraněny (vysypáním – písek, nebo roztavením – kalafuna) [2, 3, 6, 27, 28].



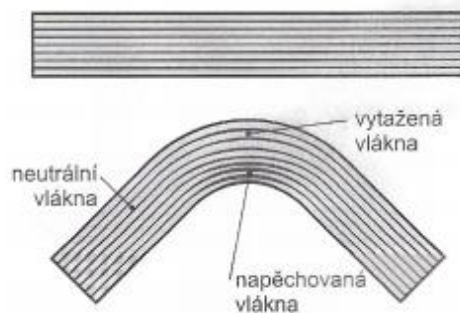
Obr. 1.44 Rovnání otupeným sekáčem [1].



Obr. 1.45 Rovnání na kovadlině [28].



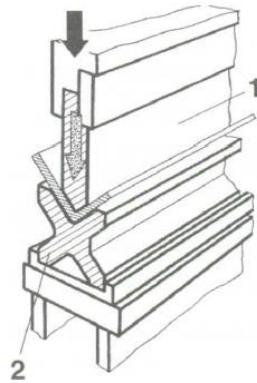
Obr. 1.46 Rovnání na šroubovém lisu [28].



Obr. 1.47 Stlačování, natahování vláken + neutrální vrstva [28].



Obr. 1.48 Strojní ohýbačka [3].



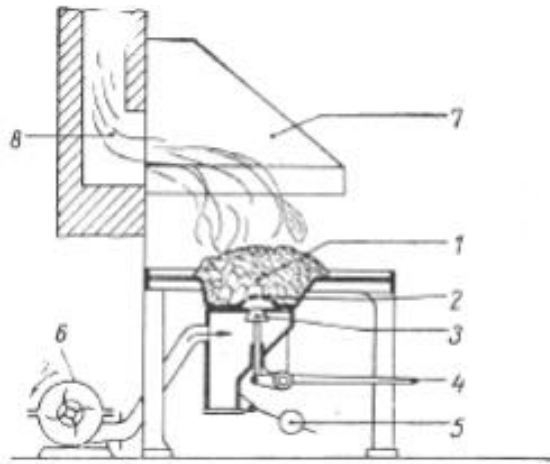
1 – přítlačná lišta, 2 – lisovací stůl.

Obr. 1.49 Ohýbací nástroj ohýbacího lisu [2].

1.9 Kování

Kování patří mezi nejstarší operace s kovy vůbec. Patřilo k řemeslným pracím, které výrazně ovlivnily rozvoj společnosti. Z hlediska tváření se jedná o objemovou operaci, kde dochází za studena nebo častěji za tepla ke změně tvaru kovaného materiálu. Kování se provádí zejména u členitých součástí, kde by obráběním došlo ke ztrátě velkého množství materiálu. Za studena jsou kovány jen některé menší součásti. Větší výkovky jsou kovány za tepla z důvodu několikanásobně menší pevnosti po zahřátí součásti na určitou teplotu, proto není třeba vynaložit tolik síly pro vykování součásti. Před kovááním je materiál zahříván na požadovanou teplotu, ta je docílena ve výhni (obr. 1.50) pomocí elektrického proudu nebo ohřívací pece. Ve výhni se zpravidla topí kovářským uhlím nebo koksem pro ohřev větších součástí. Kovář pozná správnou teplotu oceli pro kování podle barvy/odstínu, kterou získá ocel při zahřívání. Pro každý materiál je vhodná jiná teplota pro kování, tudíž i jiná barva/odstín pro vytažení oceli z výhně (pece) a následné kování. U lehkých kovů je určena správná teplota podle stopy (čáry), kterou vytvoří hrana materiálu na kusu smrkového dřeva. Kování probíhá buď volně (na kovadlině nebo bucharu), nebo v zápustkách (uzavřených nebo otevřených). Zápustka je v podstatě forma nejčastěji dvoudílná, která je opatřena dutinou ve tvaru budoucího výkovku. Je uzpůsobená pro kování složitějších tvarů, snese velké rázy, má vysokou životnost a rovněž je zde dosahováno daleko větší přesnosti než u volného kování. Dutina zápustky musí být větší, než má být hotová součást kvůli smrštění materiálu při chladnutí samotného výkovku. Dle použitého zařízení může být materiál kován ručně (úderem kladiva), strojně údery (rázy) bucharu, kovacími válci nebo plynulým (pomalým) tlakem lisu. Ohříváním vzniká na materiálu vrstva, která se spálí (opal).

Kováním se různé vady a nečistoty (vměstky, síra) dostávají na povrch kované součásti, kde jsou opalem odstraněny. Tím se zlepšuje kvalita materiálu (roste pevnost a houževnatost). Zároveň je snaha vykovat součást na co nejméně ohřevů (ideálně jeden), vícenásobným ohříváním je ztracen materiál ve formě opalu (okují) a tomu je nutné se vyhnout. Při kování platí zákon stálosti objemu, což zjednodušeně znamená, že materiál nikam nezmizí, pouze se dle požadovaného tvaru přemístí [1, 29].



1 – jímka pro ohniště opatřená roštem, 2 – rošt, 3 – ventil, 4 – páka k regulaci vzduchu od ventilátoru, 5 – páka k odstranění popela, který propadl do vzduchové komory, 6 – ventilátor, kterým se vhání pod rošt vzduch, 7 – klobouk (dýmník), který slouží jako sběrač kouře (má být co nejnižší, aby kováři nepřekážel), 8 – otvor do komína (co nejbližší ohništi)

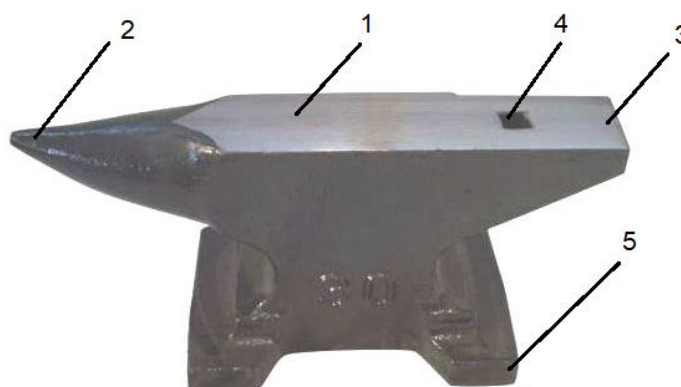
Obr. 1.50 Výheň [29].

Základní pomůcky pro kování [1, 29]:

- **Kovadliny** mohou mít různý tvar a velikost. Většina kovadlin (obr. 1.51) je odlita z oceli. Horní plocha je nazývána drahou a je kalená. Váha kovadliny se pohybuje okolo 140 kg. Bývá umístěna na dubový špalek nebo plechový sud vyplněný pískem kvůli stabilitě. Do otvoru v kovadlině se zasazují různá pomocná kovadla, jako jsou utínky (obr. 1.52a), oblé babky (obr. 1.52b), ploché babky (obr. 1.52c), vlčky (obr. 1.52d), růžky (obr. 1.52e) aj. Zvláštním druhem kovadliny je rohatina. Jedná se o vysokou a štíhlou kovadlinu, která se narazí na špalek, slouží zejména k ohýbání plechů [1, 29].
- **Kladiva** mohou být jednoruční nebo dvouruční. Na jedné straně je kladivo zakončeno mírně vypouklou ploskou a na straně druhé zaobleným nosem. Kladiva musí být kvůli opotřebení zakalena. Jsou zhotovována z oceli s obsahem 0,7–1 % uhlíku. Důležitou částí kladiva je „oko“, které slouží

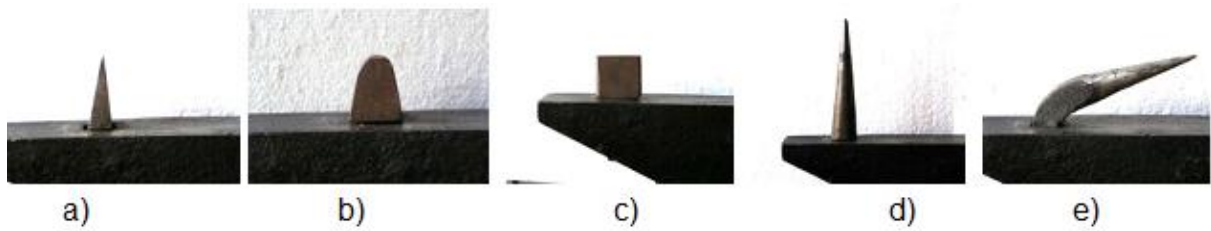
pro upevnění násady, za kterou se kladivo drží. Tvar oka je oválný a na obou koncích se rozšiřuje. Jako nejvhodnější násadu pro kladivo je možno považovat jasanové či jilmové dřevo. Pro upevnění násady v kladivu je používáno ocelových klínů. Kovářských kladiv je mnoho druhů: jednoruční, dvouruční (přitlukací, křížové, příčné), perlík (přitlukací kladivo s ploskou na obou stranách), osazovací, hladící a rovněž zde patří sekáče a průbojníky aj. [1, 29].

- **Kleště** jsou vybírány podle tvaru materiálu, který mají držet. Hlavní části kleští jsou čelisti, zámek a rukojeť. Pro ulehčení držení čelistí kleští v sevřené poloze slouží svírací očko (spona). Kleště jsou rovněž kovány z měkké nekalitelné (mírně kalitelné) oceli s obsahem maximálně 0,35 % uhlíku. Kleště jsou k dostání také ve více typech, a to kleště: se zahnutými čelistmi, kleště pro kulatinu, s čelistmi pro čtvercový nebo plochý materiál, s rovnými čelistmi a pěchovací kleště [1, 29].
- **Měřidla** mají určité požadované vlastnosti, jako je pevnost, snadná manipulace, odolnost proti spálení a výraznost měřených hodnot. Veškeré kovářské úkony je třeba provádět rychle kvůli chladnutí materiálu a ztrátě tvárnosti, zejména pak kvůli měření [29, 30].
- **Další pomocné zařízení (nástroje)** je používáno kromě samotného kování pro dokončovací operace výkovků. Mezi pomocná kovářská zařízení je možné zařadit: kovářský svěrák, jednoduché ohýbadlo, pilníky, stolní pákové nůžky aj. [29, 30, 31].



1 – dráha, 2 – kulatý roh, 3 – čtyřhranný roh,
5 – otvor pro zápustku, 6 – patky.

Obr. 1.51 Kovadlina [32].



Obr. 1.52 Pomocná kovádla [33]: a) útinka, b) oblá babka, c) plochá babka, d) vlček, e) růžek.

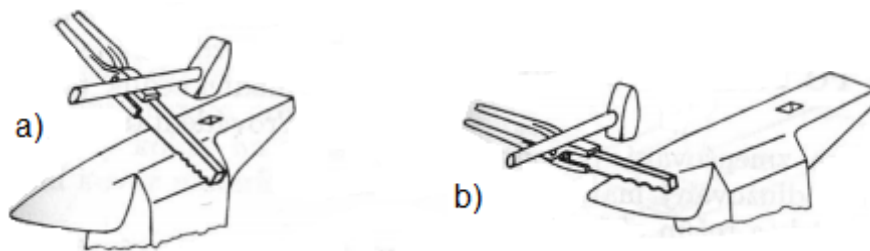
Základní kovářské operace [29, 30, 31]:

- **Prodlužování** někdy též kování do délky (vytahování) je kovářská operace, při níž je materiál prodlužován, zatímco průřez se zmenšuje. Geometrický průřez se během kování může změnit, nebo může být zachován, záleží na požadovaném koncovém tvaru součásti. Při této operaci je snaha součást co nejvíce prodlužovat a minimálně rozšiřovat. Prodlužování se provádí jednostranně přes hranu (obr. 1.53a), nebo roh kovádliny (obr. 1.53b); jednostranně, nebo dvoustranně s přitloukáním [29, 30, 31].
- **Osazování** (obr. 1.54) je operace, kterou se provádí zeslabování průřezu v určité délce nebo změna průřezu na jiný geometrický tvar. Výkovek může být osazován v libovolném místě. Při osazování je třeba brát v potaz, že dochází zároveň k prodlužování kované součásti. Osazení se dělí dle způsobu přechodu osazené části ze základního průřezu polotovaru na osazení s ostrým či oblým přechodem a dále na osazení jednostranné, dvoustranné a všestranné. Osazování s ostrým přechodem provádí kovář v případě lehčích výkovků sám na ostré hraně kovádliny s použitím babky. U těžších výkovků kovář potřebuje pomocníka. V případě oblého přechodu je tomu stejně [29, 30, 31].
- **Rozšiřování** (kování do šířky) je v podstatě prodlužování v příčném směru, tedy kolmo na osu součásti (výkovku). Kovář rozkovává materiál do stran, šířka materiálu roste, zatímco tloušťka klesá a délka se zvětšuje jen nepatrně. Kovář materiál rozšiřuje od středu do stran ke krajům výkovku. Rozšiřování (obr. 1.55) je používáno hlavně na zemědělské nářadí a součásti pro stavbu vagónů v železniční dopravě [29, 30, 31].
- **Pěchování** je další kovářská operace, při níž je zvětšován průřez materiálu, který je pěchován za současného zkracování jeho délky. Velký vliv na průběh vláken v pěchované součásti (obr. 1.56) má zejména stupeň pěchování a také síla (mohutnost) úderů, kterými je součást pěchována. Tento vliv se projevuje hlavně u kratších součástí pěchovaných v celé délce. Pěchovat

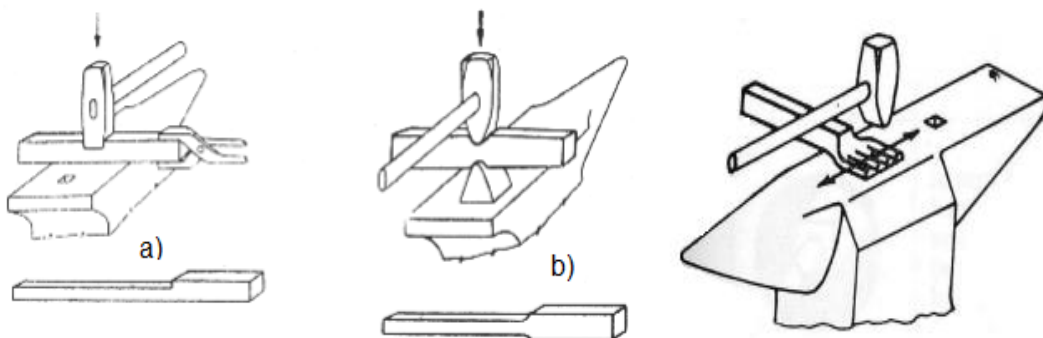
je možné jak celou délku materiálu, tak i jen jeho části, a to jak uprostřed, tak na koncích materiálu. Při této operaci je obzvláště důležité, aby úderý kladiva směřovaly ve směru podélné osy součásti. Rovněž je klíčové, aby se součástí při této operaci pootáčelo a netlouklo se stále do stejného místa. Nedodržením těchto pravidel by vznikly nežádoucí defekty v podobě např. přesazení. Pěchování je přípravná operace, po které ve většině případů následuje další kovářská operace, jako je rozšiřování, děrování atd. [29, 30, 31].

- **Děrování** (prorážení) je rychlý způsob vytváření děr různých tvarů. Nástroje, které jsou používány kovářem k děrování, se nazývají průbojník (kovová kalená tyč ve tvaru a rozměru požadované díry) a průbojnice (kovová kalená deska s mnoha děrami ve tvaru a rozměru, které jsou na součástech požadovány). Průbojník ve tvaru díry kovář narazí do materiálu (obr. 1.57a), kde má být díra, poté jej vyjme, součást otočí o 180° a položí na děrovací desku (průbojnici), kde je rozměr a tvar požadované díry (obr. 1.57b), průbojník se položí na materiál přesně naproti požadované díry v průbojnici a vyrazí se blána (obr. 1.57c). Průbojník je mírně kuželovitý, tudíž i díra je stejná (obr. 1.57d), proto musí být díra po proražení ještě kalibrována (protazena), a to nejčastěji protahovacím kuželovým trnem [29, 30, 31].
- **Sekání** je operace, při které kovář dělí materiál na dvě, případně více částí. Sekáním je oddělován výkovek od výchozího materiálu. Tato operace může být prováděna jednostranně sekáčem, nebo na útince s pomocí plochého kladiva (obr. 1.58a), oboustranně sekáčem na útince (obr. 1.58b). Jednostranné sekání tyče na útince pomocí kladiva je prováděno tak, že se tyč položí na útinku, kladivem se udeří na materiál, tím se vytvoří zásek určité hloubky, dále se tyč otočí o 180° a přes hranu kovadliny se urazí naseknutá část, opět pomocí kladiva. Ostří útinky nesmí být zasaženo kladivem, důvodem je možné zničení útinky. Tuto operaci kovář provádí bez pomocníka. Tímto způsobem se provádí sekání tyčí o slabších průřezích, to jak za tepla, tak za studena. Při oboustranném sekání na útince s použitím sekáče se udeří kladivem na sekáč, materiál je naseknut najednou z obou stran (sekáč a utínka) a poté je přes hranu kovadliny uražen. Důležité je přesné nasazení sekáče naproti útinky kvůli možné deformaci dělicí plochy. Tento způsob dělení materiálu je prováděn zejména u tlustých profilů za tepla i za studena s využitím pomocníka [29, 30, 31].

- Ohýbání** je změna směru podélné nebo příčné osy materiálu pouze v určité části. Po provedení ohybu má osa obloukovitý, nebo ostrohranný průběh. Při ohnutí tyče se vytvoří v průřezu místa ohybu napětí, které průřez v tomto místě změní (obr. 1.59). Vnější strana ohybu je namáhána na tah (na obr. 1. 59 body A–A) a vlákna se tedy vytáhnou do délky. Vnitřní strana ohybu je namáhána tlakem (obr. 1.59 body B–B) a vlákna se pěchují. Vlákna, která leží uprostřed, se nemění a jsou tedy neutrální. Tato oblast se nazývá neutrální pásmo. Změnu průřezu při ohýbání ovlivňuje zejména poloměr ohybu r , úhel ohybu α a výška ohýbaného průřezu h . Ohýbání může být prováděno s předkováním a následným ohnutím přes hranu (roh) kovadliny (obr. 1.60a), přes hranu (roh) kovadliny bez předkování (obr. 1.60b), ve svěráku (obr. 1.60c) nebo také v zápustce (menší poloměry). Při ohýbání je nutné připočítat poloměr ohybu do délky potřebné k dodržení požadované délky ohýbané součásti [29, 30, 31].
- Další operace jako je **natáčení**, **spojování** atd [30].

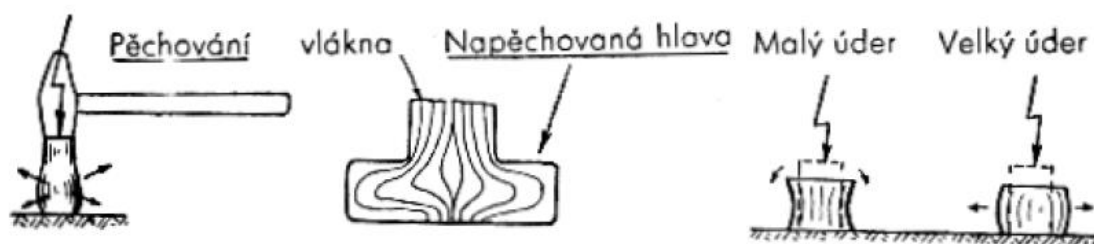


Obr. 1.53 Prodlužování jednostranné [31]: a) přes hranu kovadliny, b) přes kulatý roh kovadliny.

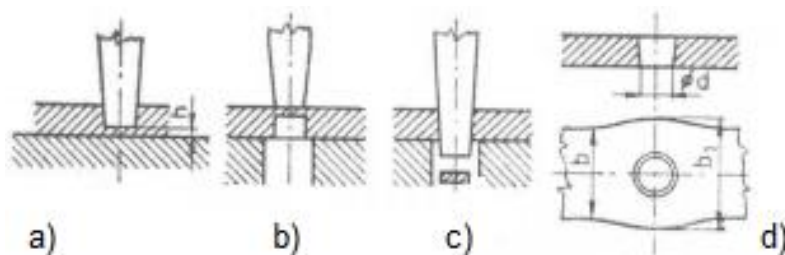


Obr. 1.54 Osazování [31]: a) jednostranné, b) dvoustranné.

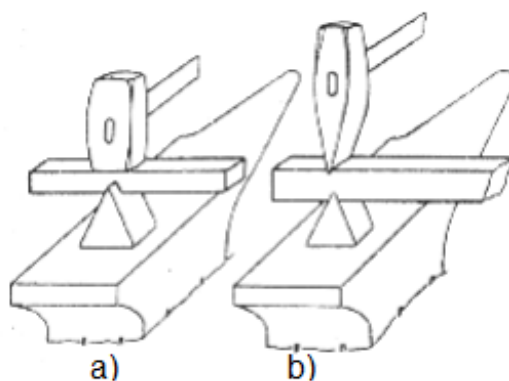
Obr. 1.55 Rozšiřování [31].



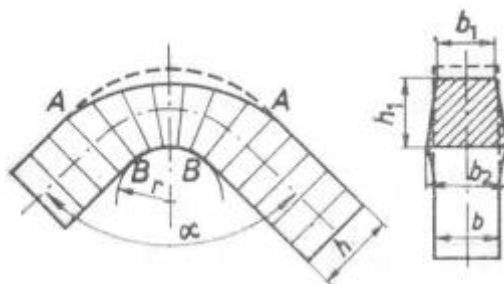
Obr. 1.56 Pěchování [1].



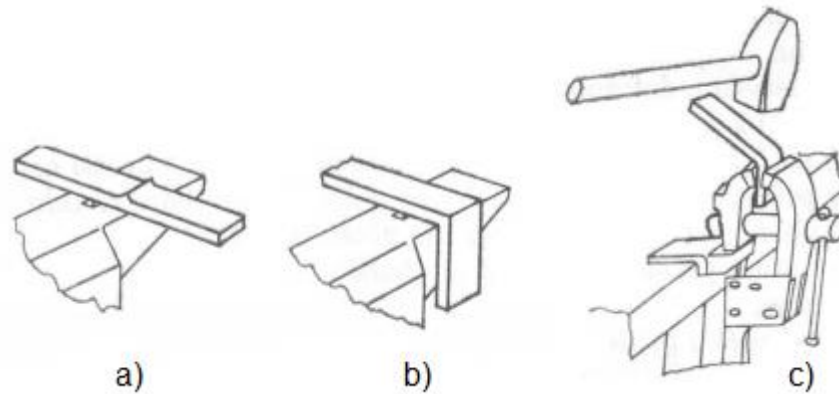
Obr. 1.57 Děrování [31]: a) zaražení průbojníku, b) otočení součásti, c) proražení blány, d) vyhotovená díra.



Obr. 1.58 Sekání [29]: a) jednostranné plochým kladivem na útince, b) oboustranné sekáčem na útince.



Obr. 1.59 Změna průřezu při ohýbání [31]: A–A vlákna tažena, B–B vlákna tlačena (pěchována).



Obr. 1.60 Způsoby ohýbání do ostrého rohu [31]: a) předkovaná tyč, b) ohnutí přes roh kovadliny, c) ohnutí ve svěráku.

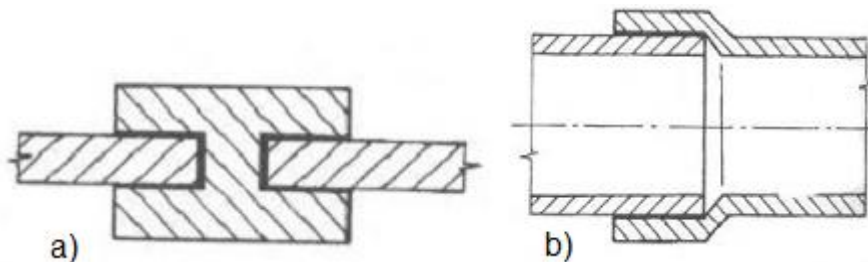
1.10 Pájení

Pájení patří mezi nerozebíratelné spojení dvou součástí. Kovy jsou spojeny třením pomocí nízko tavitelných kovů, které jsou souhrnně nazývány pájkou. Při pájení nedochází k natavení základního materiálu a značnému ovlivnění jeho vlastností, na rozdíl od svařování, kde k natavení a ovlivnění dochází ve značné míře. Teplota tavení pájky je nižší než teplota tavení základního materiálu. Ačkoliv pájené spoje nedosahují takové pevnosti jako spoje svařované, mají své výhody, kvůli kterým jsou hojně využívány. Mezi další nesporné výhody těchto spojů patří možnost spojení nesvařitelných (chemicky odlišných) materiálů, vzniklý spoj je elektricky vodivý, nepodléhá korozi, je dostatečně pevný, nepropustný (vodotěsný). Spojované součásti je třeba před samotným pájením dokonale očistit (odmastit), jinak by spoj neměl požadované vlastnosti a mohl by např. prasknout. Pro očištění je používáno různých pájecích tekutin, past a prášků. Běžně je používáno chemické sloučeniny nazývané chlorid zinečnatý, ten se prodává v litých tyčinkách a rozpouští ve vodě. Tato sloučenina se používá pro pájení běžného plechu, mědi, mosazi a zinku, ale zásadně pouze tehdy, je-li možné její zbytek ze součásti odstranit (osušit). U součástí, které není možné snadno očistit (různé dráty a přístroje v elektrotechnice), nemůže být použito pájecí tekutiny. Důvodem je zbytek tekutiny, který ničí povrch součástí. V těchto případech je použito kalafuny (destilační zbytek pryskyřice z borovic), její zbytky povrchu součásti neuškodí. Kalafuny je používáno při pájení cínového plechu, olova a lesklé mědi. Po dokonalém očištění následuje nanesení roztavené pájky do místa požadovaného spoje a úplné vychladnutí celého spoje. Pro bezproblémové pájení jsou důležitými vlastnostmi zejména dobrá smáčivost,

přílnavost, pevnost a teplota tavení pájky. Styková plocha spojovaných součástí musí být maximální možná, aby bylo dosaženo požadované pevnosti spoje. Zvětšení stykové plochy lze získat využitím stykové desky (obr. 1.61a), zešíkmením stykové plochy nebo vhodnými tvarovými úpravami součástí (obr. 1.61b) [1, 34, 35].

Používané nástroje při pájení [1, 34, 35]:

- **Pájedla** (obr. 1.62) jsou měděné hroty různého tvaru a velikosti podle práce, pro kterou jsou určeny. Tyto hroty jsou uchyceny v držáku a zahřívány v peci, elektrickým proudem nebo jiným topným zařízením. Pro více akumulovaného tepla je třeba použít co možná největší hrot, poté se nemusí tolik zahřívat. Hroty menších rozměrů jsou používány pro jemnější práce (elektrotechnika), naopak větší hroty pro hrubší práce. Pájedla jsou používána pro měkké i tvrdé pájení [1, 34, 35].



Obr. 1.61 Zvětšení stykové plochy [34]: a) použitím stykové desky, b) vhodnými tvarovými úpravami.

- **Páječky** jsou zařízení pro tavení kovů při měkkém pájení, kde zdrojem tepla je elektrický proud. Běžně používány jsou dva druhy páječek. Prvním druhem jsou elektrické páječky (obr. 1.63a), ty jsou opatřeny vyměnitelným pájecím hrotem z tepelně vodivého kovu, zejména mědi a jejích slitin. Druhým případem jsou ve většině domácích dílen běžně používány pistolové transformátorové páječky (obr. 1.63b), které jsou opatřeny pájecí smyčkou z odporového drátu na místo hrotu. Transformátorem je dodáván velký proud, který pájecí smyčku zahřívá [1, 34, 35].
- **Pájecí soupravy** (obr. 1.64) jsou využívány téměř výhradně pro klempířské práce. Souprava se skládá z propan-butanové láhve, regulátoru tlaku (ventilu), hadice a pájedla s pájecím kladívkem [34, 35].



Obr. 1.62 Pájedla [35].



a)



b)

Obr. 1.63 Pájedky [35]: a) elektrická, b) pistolová transformátorová.



Obr. 1.64 Pájecí souprava [35].

Druhy pájek [1, 34, 35]:

- **Měkké pájky** (obr. 1.65a) se používají pro spojení dvou nebo více součástí, které nejsou příliš teplotně ani mechanicky namáhány. Jako měkká pájka je označována slitina zpravidla dvou nebo více kovů. Nejčastěji používanými kovy jsou zde cín, olovo nebo antimon, s teplotou tavení do 450 °C. Tyto kovy mohou být míchány v různých poměrech. Dalšími přídatnými kovy ve slitině pájky mohou být zejména stříbro, kadmium, zinek nebo bismut. K dostání jsou měkké pájky ve formě drátů, pásů, tyčí, folií, pasty nebo prášku. Tímto způsobem jsou spojovány hlavně pozinkované, pocínované ocelové plechy,

hliník, slitiny mědi atd. Využití nacházejí měkké pájky zejména v elektrotechnice a tam, kde je vyžadována těsnost spoje (nádrže) [1, 34, 35].

- **Tvrdé pájky** (obr. 1.65b) jsou používány na spoje součástí, které jsou značně mechanicky nebo tepelně namáhány, ať už nízkými, nebo vysokými teplotami. Tyto spoje mohou přenášet silové zatížení. Teplota tavení těchto pájek převyšuje 450 °C. Slitiny používané pro tvrdé pájky obsahují kovy, jako je měď, stříbro, hliník, zinek, kadmium nebo nikl. Čisté kovy, jako měď, stříbro, paladium nebo zlato, jsou používány jen ve výjimečných případech. Pro kov, keramiku nebo grafit je používáno aktivních tvrdých pájek s příměsí vanadu nebo titanu. Pro hliník jsou používány pájky na bázi zinku. Dodávány jsou běžně ve formě zrn (prášku), drátů, pásů, litých tyčí a pruhů [1, 34, 35].

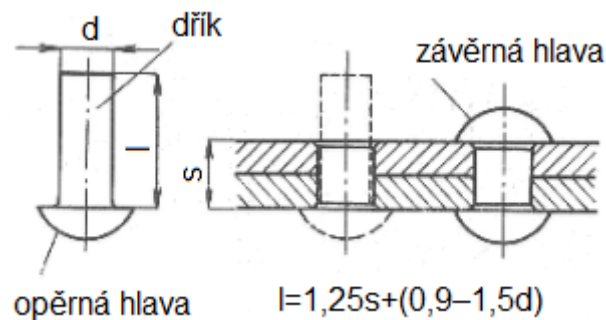


Obr. 1.65 Pájky [35]: a) měkká, b) tvrdá.

1.11 Nýtování

Nýty jsou používány ke spojení dvou i více součástí způsobem, který není možné rozebrat bez zničení vytvořeného nýtu. Nýt je složen z opěrné hlavy a dřívku, závěrná hlava je vytvořena nýtováním, jeho základní rozměry a části jsou popsány na obr. 1.66. **Nýtování** je v poslední době nahrazováno jinými technologiemi spojování (svařování, pájení, lepení), avšak v některých případech jsou tyto spoje stále nenahraditelné, především při výrobě letadel. Výroba nýtů probíhá lisováním u nýtů do průměru 12 mm za studena, nebo u nýtů nad 12 mm za tepla na automatických strojích použitím nízkouhlíkové nelegované oceli, hliníku, mědi a jejich slitin, mosazi nebo titanu. Někdy jsou nýty též vyráběny z plastu. V případě drobnějších nýtů nýtování (spojování) součástí probíhá rovněž za studena, nebo v případě nýtů o větších rozměrech za tepla. Tento druh spoje je používán hlavně pro spojení plechů, profilového materiálu a mnoho jiných případů. Vytvrzené součásti z hliníkových slitin nesmějí být svařovány kvůli ztrátě pevnosti získané vytvrzením, proto jsou nýtovány.

Nýty jsou obvykle používány tam, kde by vysokými teplotami při svařování došlo ke změně struktury materiálu, čemuž je použitím nýtu zabráněno. Vady vyskytující se u nýtování jsou přesazené nebo velké díry ve spojovaných součástech, nedokončené nebo šikmé hlavy nýtů, příliš slabý nýt atd. Následkem těchto vad je snížení svěrné síly, snížení pevnosti spoje, netěsnost spoje aj. [2, 3, 6, 27].



d – průměr, l – délka,

s – šířka spojovaného materiálu.

Obr. 1.66 Základní rozměry a části nýtu [27].

Druhy nýtování [3, 6]:

- **Přímé** nýtování je spojení součástí bez přídavného materiálu ve formě nýtu. Nýt je vytvořen přímo na součástech. Na jedné součásti je vytvořen dřík a na druhé díra. Roznýtováním dříku po spojení součástí vznikne závěrná hlava.
- **Nepřímé** nýtování je spojení součástí za pomoci nýtu.

Nýtové spoje mohou být dále rozděleny na [3, 6, 27]:

- **Těsné** spoje vytvářejí hermetickou těsnost a jsou používány pro výrobu nádob na kapaliny nebo plyny.
- **Pevné** spoje tvoří pevný spoj přenášející velké síly. Uplatňovány jsou zejména při konstrukci stožárů, mostů a různých konstrukcí.
- **Pevné i těsné** spoje musí splňovat obě předchozí vlastnosti, tedy vysokou pevnost i hermetickou těsnost. Tyto spoje nachází využití u parních kotlů, letadel, tlakových nádob atd.

Nýty jsou základně rozděleny na [2, 3, 27]:

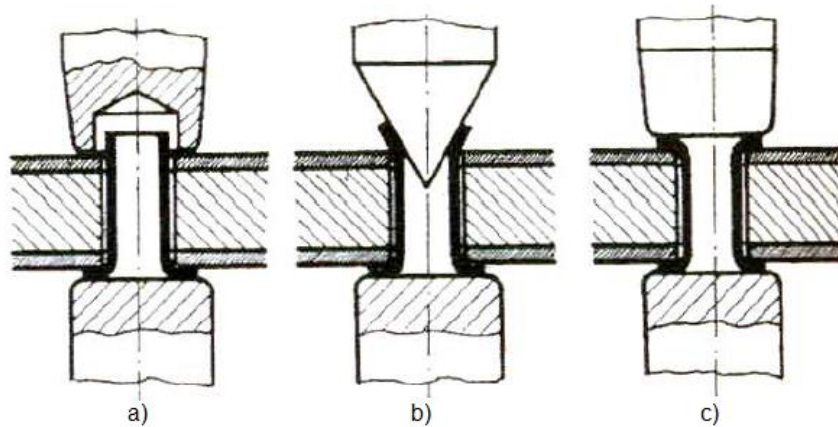
- **Plné** nýty jsou používány pro spojování plechů větších tloušťek a ve většině případů mají půlkulatou hlavu. Dále jsou plné nýty děleny na drobné nýty nýtované za studena do průměru 9 mm a hrubé nýty o průměru větším než 10 mm, které jsou nýtovány za tepla.
- **Duté** nýty jsou určeny ke spojování tenkých plechů, dále jsou používány v elektrotechnice, jemné mechanice, obuvnickém průmyslu a obecně ke spojení měkkých materiálů. Jsou to v podstatě duté trubičky, které mají z jedné strany plochý okraj. Nýtované místo je zpravidla oboustranně přístupné. Postup vytvoření tohoto nýtu je na obr. 1.67.

Dále jsou nýty děleny podle [3, 6, 27]:

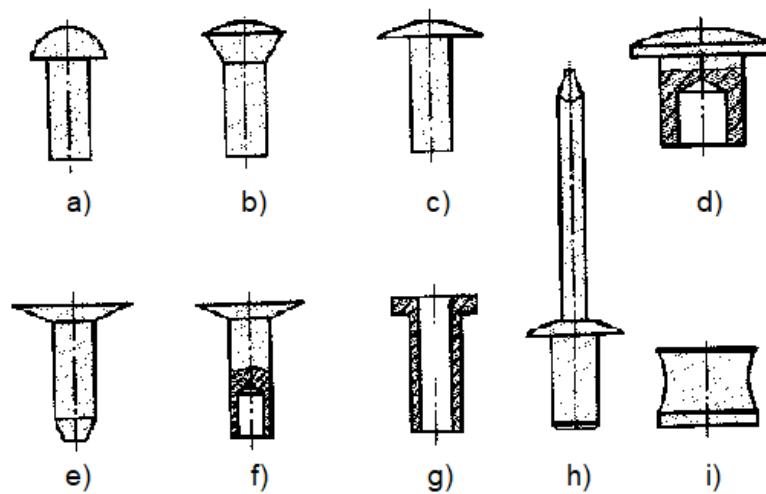
- **Způsobu nýtování** – lodní, kotlové, rozštěpené nýty a nýty s trnem (obr. 1.68h).
- **Tvaru dřívku** – duté (obr. 1.68g), poloduté (obr. 1.68d, f) a plné nýty (obr. 1.68a, b, c, e, h, i).
- **Tvaru hlavy** – s hlavou plochou půlkulovou (obr. 1.68c), půlkulovou hlavou (obr. 1.68a), čočkovou hlavou (obr. 1.68b), nebo všechny předešlé druhy hlavy nýtu se zapuštěním (obr. 1.68b, e, f).

Pracovní pomůcky pro tvorbu nýtů (obr. 1.69) [3, 6, 27]:

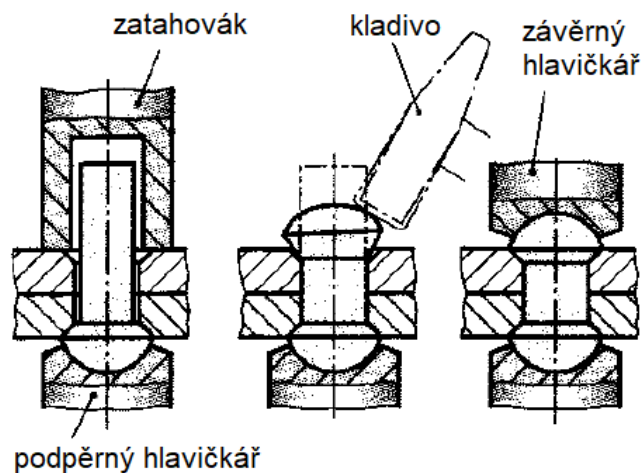
- **Podpěrný (opěrný) hlavičkář** slouží k ochraně hlavy nýtu proti deformaci, je upínán do čelistí svěráku, nebo vkládán do díry v kovadině. Bývá opatřen vybráním ve tvaru hlavy nýtu (nejčastěji půlkulového), do kterého je poté hlava nýtu vkládána a je tak zabráněno poškození.
- **Závěrný hlavičkář** je používán pro vytvoření závěrné hlavy nýtu.
- **Zatahovák** (přítužník) je využíván k přitlačení (stažení) materiálů nebo k zatažení nýtu do díry.
- **Kladivo** zde slouží k vytvoření závěrné hlavy tlučením na závěrný hlavičkář nebo k tlučení na zatahovák v případě stahování materiálů. Je používáno běžného tvaru kladiva s plochou (plochou alespoň jednou stranou).
- **Kleště** jsou zde používány k přenášení rozměrnějších nýtů, které je třeba pro nýtování zahřát (nýtování za tepla).



Obr. 1.67 Postup výroby dutého nýtu [2]: a) přitáhnutí součástí, b) rozevření rovného konce trnem, c) rozklepání (roztemování) nýtu.



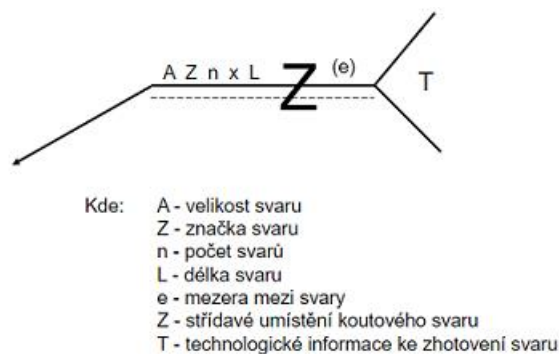
Obr. 1.68 Nejpoužívanější druhy nýtu [6]: a) s půlkulovou hlavou, b) s čochkovitou zápusťnou hlavou, c) s plochou půlkulovou hlavou, d) polodutý lisovací, e) s plochou zápusťnou hlavou, f) polodutý se zápusťnou hlavou, g) dutý (trubkový), h) s trnem jednostranně uzavíraným, i) plný lisovací.



Obr. 1.69 Pracovní pomůcky pro tvorbu nýtu [6].

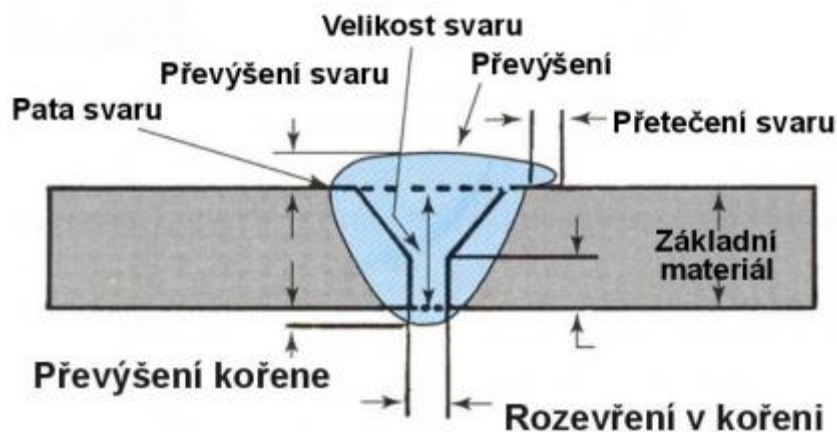
1.12 Svařování

Svařování je spojovací operace, při které dochází za působení tepla, tlaku nebo jejich kombinací k nerozebíratelnému spojení dvou a více strojních součástí nebo celých konstrukcí z jednoduchých hutních polotovarů, výkovků nebo odlitků pomocí jednotlivých spojů – svarů. Ve většině případů je použito přídavného materiálu ve formě svařovacích drátů a tyčinek nebo tavných elektrod. Označování svarů na výkrese je podřízeno normě (obr. 1.70). Popis hlavních částí svarového spoje je možno vidět na obr. 1.71. Svar je rovněž rozdělen na tři oblasti (obr. 1.72): základní materiál (ZM), tepelně ovlivněná oblast (TOO) a svarový kov (SK). Základní materiál není nijak zásadně tepelně ovlivněn, oproti tomu tepelně ovlivněná oblast, jak už název napovídá, je značně tepelně ovlivněná, dochází zde k odvádění tepla do určitého objemu základního materiálu a zejména ke změnám mikrostruktury kovu. Svarový kov vznikne promísením základního materiálu s přídavným, nebo v některých případech natavením pouze základního materiálu. Mikrostruktura svarového kovu je závislá především na chemickém složení svarového kovu a na svařovacích parametrech nastavených před svařováním. Součásti spojené svařováním nazýváme svařenci, které jsou finální sestavou nebo tvoří její část podsestavu. Tohoto druhu spoje se využívá téměř ve všech výrobních odvětvích, ať už strojírenském průmyslu (automobily, letadla, lodě atd.), stavebnictví (haly, mosty, přehrady atd.) nebo mnohých dalších odvětvích. Zkrátka všude tam, kde by výroba jinou technologií byla značně časově, materiálově i cenově náročná. Oproti odlévaným dílům je možné svařovanou konstrukcí ušetřit až 50 % materiálu. Mezi nevýhody patří zejména nerozebíratelnost spoje, dále změna struktury a mechanických vlastností materiálu vzniklých velkým tepelným ovlivněním svařovaných materiálů. Další zásadní nevýhodu je pak vznik velkého vnitřního pnutí, proto je výhodné použití předehřevu, které pnutí výrazně sníží [1, 27, 36, 37].

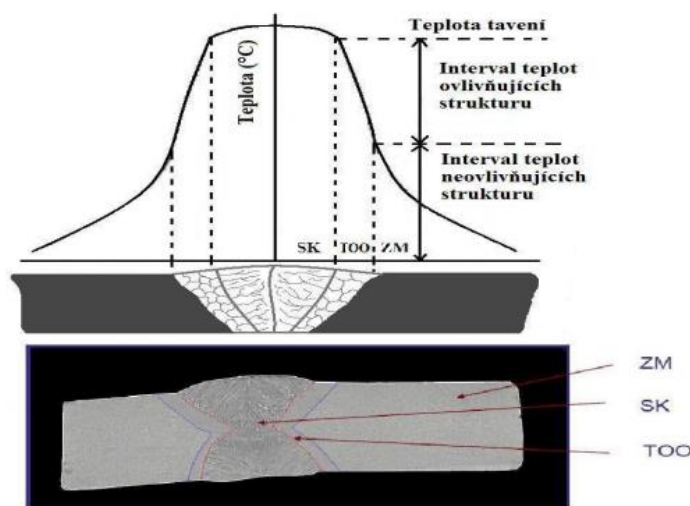


Obr. 1.70 Značení svarů na výkresech [38].

Základní podmínkou pro vznik svaru je technologická vlastnost materiálu – svařitelnost. Za nejlépe svařitelné materiály jsou považovány nelegované oceli, které obsahují méně než 0,2 % uhlíku (C), mající velmi nízký obsah přísadových prvků cca do 5 % všech prvků (legujících Cr, Mn, Mo, Ni, Ti, V, W a nečistot P, S). Jsou stanoveny jednotlivé mezní hodnoty přísadových (legujících) prvků, které jsou k nalezení ve Strojnických tabulkách [19], po překročení obsahu kteréhokoliv prvku je řeč o oceli legované. Za zvláštních podmínek může být svařena ocel s obsahem uhlíku do 0,5 % (předehřev), nad tuto hodnotu se svařování nedoporučuje [1, 27, 36].



Obr. 1.71 Popis svaru [39].



ZM – Základní materiál,

TOO – tepelně ovlivněná oblast, SK – svarový kov

Obr. 1.72 Oblasti svarového spoje [37].



U legovaných ocelí je počítán uhlíkový ekvivalent, který byl stanoven mezinárodním svářečským institutem vztahem (1.1), kde je do hodnoty uhlíkového ekvivalentu $C_e \leq 0,45$ při tloušťce svařovaného plechu do 4 mm (0,4 % pro tloušťku 6,5 mm;

0,35 % pro 25 mm; 0,3 % pro 50 mm) možné svařovat bez předehřevu. Nad tuto hodnotu je nutné svařovat s předehřevem. Litiny je možné svařovat pouze s předehřevem, jinak hrozí vznik nežádoucích vnitřních pnutí [1, 27, 36].

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} [\text{hm \%}] \quad (1.1)$$

Druhy svarových spojů (obr. 1.73) [37]:

- **Tupý svar** – podle tvaru jsou tyto druhy svarů pojmenovány písmeny, které připomínají I, Y, V, U a W (obr. 1.71). U větších tloušťek svařovaných součástí musí být použito oboustranného svaru.
- **Bodový svar** – používán je zejména při odporovém svařování.
- **Koutový svar** – zde patří rohový svar, T svar, děrový svar nebo svar přeplátovaný (obr. 1. 72).
- **Lemový svar** – vytvořen je roztavením slabších plechů, které mají olemované okraje a bez přídavného materiálu.

Pojmenování spoje	Zobrazení	Značka	Pojmenování spoje	Zobrazení	Značka
Koutový svar			I svar		
Bodový svar			V svar		
Návar			½ V svar		
Oboustranný V svar (X svar)			Y svar		
Oboustranný ½ V svar (K svar)			U svar		
Oboustranný ½ U svar					

Obr. 1.73 Druhy svarových spojů a jejich značení [39].

Základní rozdělení svařování [6, 37]:

- **Za působení tepla (tavné)**
 - plamenem,
 - plazmou,
 - elektrickým obloukem,
 - elektronovým paprskem,
 - laserem,
 - aluminotermické (termit),
 - kovářské,
 - slévárenské.

-
- **Za působení tlaku**
 - za studena,
 - ultrazvukem,
 - explozí.
 - **Za působení tepla a tlaku**
 - elektrickým odporem,
 - indukční,
 - třením,
 - laserem.

Všechny tyto druhy svařování mají zvláštní pomůcky a postupy, což by bylo značně rozsáhlé popisovat. Proto zde bude popsán pouze druh svařování, který je obecně nejvíce zastoupen ve strojírenské výrobě, a to svařování elektrickým obloukem.

Svařování elektrickým obloukem

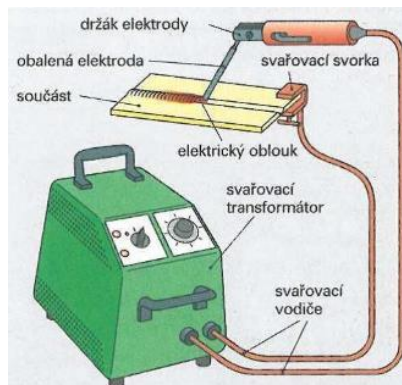
U tohoto druhu tavného svařování dochází k natavení svarových ploch svařovaných (základních) materiálů. Mezi katodou a anodou (materiálem a elektrodou nebo dvěma elektrodami), které jsou připojeny k regulovatelnému zdroji stejnosměrného nebo střídavého proudu, je zažehnut elektrický oblouk. Teplem oblouku dochází k natavení svarových ploch svařovaných materiálů a přídavného materiálu zpravidla ve formě tavných elektrod, výsledkem je svarový spoj požadovaných vlastností. Dosahovaná teplota el. oblouku okolo 5 000 °C. Základními druhy elektrod jsou elektrody kovové, u kterých je možné použít proud stejnosměrný i střídavý, a elektrody uhlíkové, kde je možné použít pouze proud stejnosměrného. Svařování elektrickým obloukem je vhodné zejména pro příhradové konstrukce, válcované profily, tlustostěnné součásti atd. [6, 27, 40].

Svařování elektrickým obloukem je zastoupeno mnoha poddruhy [6, 40]:

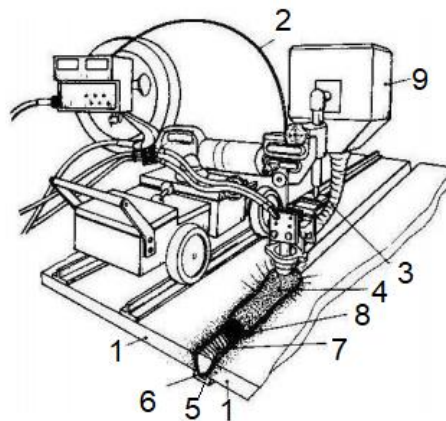
a) Ruční svařování obalenou elektrodou (obr. 1.74) – elektroda se skládá z holého drátu a obalu, který je složen ze železných rud, feroslitin nebo minerálních látek. Obal plní funkci stabilizace oblouku, ochranné atmosféry, legury svarového kovu, omezuje rozstřík kovu a rovněž ovlivňuje hloubku závaru. Použití nachází převážně v kusové výrobě – ve spojování montážních dílů, dále pak na různé opravy [6, 40].

b) Svařování pod tavidlem – do svarové lázně je přiváděna holá elektroda, která je odvíjena ze svitku nebo cívky. Svar je chráněn vrstvou zrnitého tavidla, které jej chrání před nepříznivými účinky okolí. Tavidlo rovněž chrání okolí před světelným zářením, které je běžně při jiných způsobech svařování do okolí

vyzařováno. Tímto způsobem svařování je dosaženo lepších mechanických vlastností, hlubšího závaru spoje a eliminace rozstříku svarového kovu. Svařování pod tavidlem je možné automatizovat použitím svařovacího traktoru, tudíž je zkracován čas svařování (až 5krát rychlejší než ruční svařování). Tento typ svařování je nevhodný pro krátké svary kvůli časově náročné přípravě. Z tohoto důvodu je tento druh svařování využíván zejména na konstrukce mostů a obecně dlouhé svary [36, 40].



Obr. 1.74 Ruční svařování obalenou elektrodou [27].



1 – základní materiál, 2 – elektroda (drát), 3 – přívod tavidla, 4 – tavidlo, 5 – podložka, 6 – kořen svaru, 7 – svar, 8 – struska, 9 – zásobník tavidla.

Obr. 1.75 Svařovací traktor [36].

c) Svařování v ochranné atmosféře (plynu) – zahrnuje tři metody MIG, MAG a TIG (WIG).

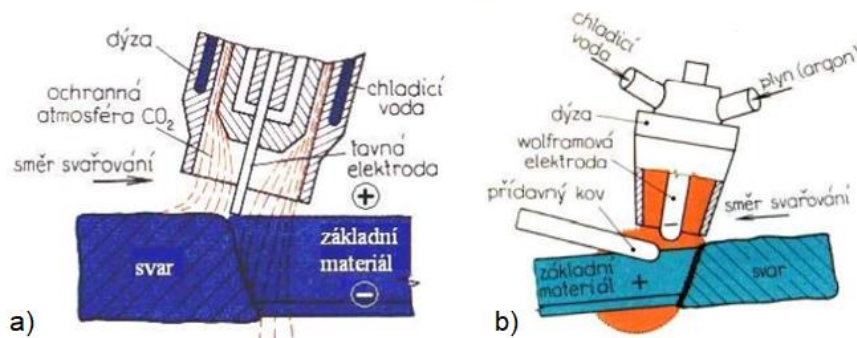
MIG (metal inert gas) – svařování holou tavnou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu. Jako inertního plynu je zde použito argonu (Ar) nebo helia (He). Používá se při ručním i automatickém svařování neželezných kovů (Al, Cu, Ti a jejich slitin) [36, 40].

MAG (metal active gas) – svařování holou tavnou elektrodou v ochranném aktivním plynu. Jako aktivní plyn se zde využívá oxid uhličitý (CO₂) nebo směs CO₂ + Ar + O₂.

Využití této metoda nachází v poloautomatickém nebo automatickém svařování nelegovaných, nízkolegovaných i vysokolegovaných ocelí [36, 40].

Výhody těchto způsobů svařování (MIG i MAG) jsou: vysoká svařovací rychlost – efektivita, minimální tvorba strusky, hluboký závar, dobré pevnostní vlastnosti atd. U těchto způsobů svařování je používáno totožné vybavení, liší se pouze přiváděným ochranným plynem [36, 40].

TIG (WIG) (tungsten inert gas) – svařování netavící se wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu. V drtivé většině je použit jako ochranný plyn argon (Ar), ve výjimečných případech helium (He), nebo jejich kombinace. Přídavný materiál je zde potřebný pouze u tlustších plechů a dodává se do lázně ručně. Výhodou této metody svařování v inertním (netečném) plynu je ochrana svarového kovu před vzduchem (vlhkostí), vyšší stabilita oblouku, malá tepelně ovlivněná oblast a ve většině případů čistý povrch bez strusky (kromě tlustých plechů). Svařování zde probíhá ve většině případů ručně a střídavým proudem – hliník, hořčík a jejich slitiny nebo stejnosměrným proudem – ocel, titan, měď a jejich slitiny [36, 40].

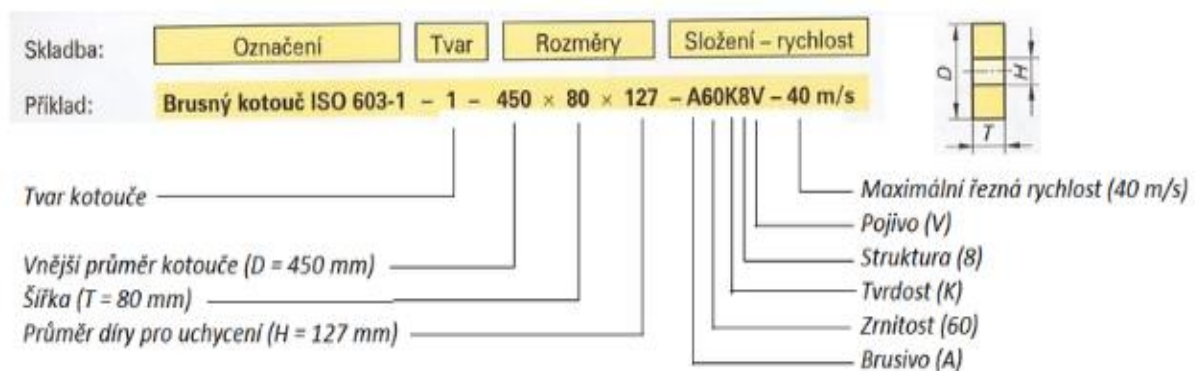


Obr. 1.76 Svařování v ochranné atmosféře [36]: a) MAG, b) WIG.

1.13 Broušení

Při tomto druhu obrábění je odebrána malá vrstva obráběného materiálu vícebřitým nástrojem tvořeným zrnky brusiva spojenými pojivem, umístěnými na základním nosném tělese (brousicím nástroji), nebo brousicí nástroj přímo tvoří. Samotný proces broušení probíhá za vysokých řezných rychlostí v rozmezí $30\text{--}80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, důvodem je schopnost odebrání třísky brousicími zrnky s negativním úhlem čela, proto při nižších řezných rychlostech nedochází k odběru materiálu. Broušením jsou dosahovány přesné rozměry požadovaných tvarů (rovinnost, válcovitost atd.) a rovněž vysoká kvalita povrchu dílce. Zvolený způsob broušení

je závislý zejména na velikosti a tvaru broušené plochy. Pro dosažení požadovaných parametrů kvality broušené plochy je vhodné do broušeného místa přivádět procesní kapalinu pod vysokým tlakem. Těchto vysoce kvalitních povrchů s použitím procesní kapaliny je dosahováno při strojním broušení, při ručním broušení se procesní kapaliny nevyužívá a rovněž nemůže být dosaženo tak kvalitních povrchů. Vzhledem k zaměření práce zde nebude strojní broušení dále rozebíráno. Nejpoužívanějším nástrojem při broušení je brousicí kotouč, který je upínán do vřetena brusky, dále jsou používány řezné a drážkovací kotouče, brousicí a orovnávací kameny, segmenty a pilníky nebo brousicí plátna, pásy a papíry. Broušení je používáno mimo dosahování přesných rozměrů součástí také na broušení monolitních nástrojů – ostření. Ostřeny mohou být téměř všechny nástroje, které jsou monolitické, tzn. nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami se nebrousí, ale pouze vymění za nový kus, případně se jen otočí, pokud mají více ostří. Tímto dokončovacím způsobem obrábění mohou být dokončeny cementované, kalené součásti, slinuté karbidy i další tvrdé kovové a rovněž nekovové materiály. Označení brousicích kotoučů se řídí normou a jednotlivé části znaku jsou popsány na obr. 1.76 [1, 2, 41].



Obr. 1.77 Označení brusných kotoučů [27].

Rozdělení broušení je možné podle různých hledisek, základně však pouze [41]:

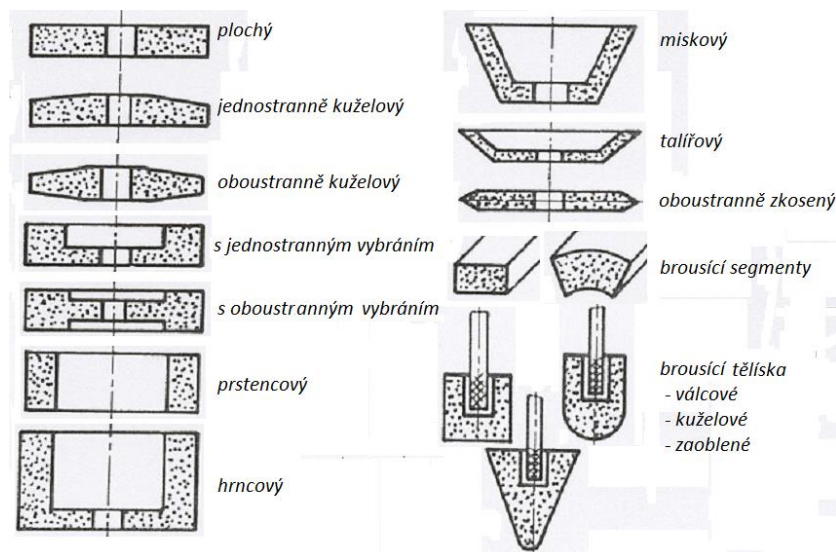
- **Podle aktivní části brousícího kotouče:**
 - a) čelní (čelem kotouče kolmým vzhledem k jeho ose),
 - b) obvodové (obvodem kotouče).
- **Podle vzájemné polohy brousícího kotouče a obrobku:**
 - a) vnější (broušen vnější povrch obrobku),
 - b) vnitřní (broušen vnitřní povrch obrobku).

- **Podle tvaru obrobeného povrchu:**

- a) do kulata (tvořen je rotační povrch),
- b) rovinné (tvořena je rovinná plocha),
- c) tvarové (pro ozubená kola, závitů atd.),
- d) kopírovací (NC a CNC stroje),
- e) tvarovými brousícími kotouči (profil kotouče určuje finální profil obrobku),
- f) na otáčivém stole (s rotačním posuvem).

Druhy (tvary) brusných kotoučů (obr. 1.78) [27]:

- plochý,
- prstencový,
- hrncový s malým otvorem,
- miskový,
- oboustranně zkosený,
- talířový,
- jednostranně kuželový,
- oboustranně kuželový,
- s jednostranným vybráním,
- s oboustranným vybráním.



Obr. 1.78 Brousící nástroje různých tvarů a provedení [27].

Brusky (stroje) lze rozdělit podle [41]:

- **Tvaru a přesnosti:**
 - a) brusky na ostření nástrojů,
 - b) brusky na hrubé broušení,
 - c) brusky na přesné broušení,
 - d) univerzální brusky,
 - e) stroje na leštění a hlazení.
- **Druhu práce na nich prováděné:**
 - a) brusky na díry,
 - b) brusky stojanové,
 - c) brusky hrotové,
 - d) brusky bezhroté,
 - e) speciální brusky,
 - f) brusky na ostření nástrojů.

1.14 Další případy

Mezi další případy ručních prací mohou být zařazeny [1, 3, 6]:

- **probíjení a sekání,**
- **zaškrabávání,**
- **tušírování,**
- **vyklepávání,**
- **lepení,**
- **kolíkování,**
- **vynutí pružin,**
- **leptání,**
- **a další.**

2 VÝZNAM DESIGNU U RUČNÍHO NÁŘADÍ

Design (ergonomie) u ručního nářadí je velmi důležitý faktor, který má dopad na mnoho různých aspektů: od zdraví zaměstnance, přes výkonnost, kvalitu obráběného dílce, životnost nářadí až po cenu designovaného nářadí. Všechny tyto aspekty se mohou vzájemně prolínat a ovlivňovat. Nyní budou tyto aspekty v práci podrobněji popsány.

Zdraví zaměstnance by mělo být pro zaměstnavatele na prvním místě, v mnohých případech tomu tak není. Zaměstnavatel se snaží dosáhnout maximálního využití stroje, tudíž i zaměstnance a dosáhnout maximálního zisku i za cenu možného zranění svého podřízeného. Rovněž při doplňujících ručních operacích je využíváno nářadí s nevhodnou ergonomií (designem), nevhodné vybavení (nářadí primárně používané na jinou operaci, nevhodná výška pracovního stolu atd.), nářadí poškozené nebo nesplňující nutné požadavky na používání bez přílišného zatěžování pracovníka, což může mít dopad na zdravotní stav zaměstnance. Vlivem těchto faktorů dochází zejména k různým krátkodobějším zraněním v podobě mozolů, oděrek, řezných a tržných ran, namožení svalů, šlach, zad, kloubů atd. Mohou se ale vyskytnout i poranění, která si vyžadují dlouhodobější léčení, pracovní neschopnost, nebo i hospitalizaci v nemocnici. Zaměstnavatel by proto měl dbát na používání správného nářadí určeného na danou operaci, nářadí vhodné ergonomie bez viditelné vady, dále zajistit vhodné a nezbytné používání pracovních a ochranných pomůcek a rovněž zajistit vhodné pracovní prostředí.

Výkonnost může být ovlivněna mnoha okolnostmi, ať už se jedná o zajištění vhodných pracovních podmínek, pomůcek a nástrojů, psychického a fyzického stavu pracovníka nebo různých vnějších vlivů v podobě poruchy strojů, výpadků proudu atd. Výkonnost je stejně jako zdraví pracovníka ovlivněna vhodným a správně ergonomicky tvarovaným nářadím. Při nedodržení těchto podmínek výkonnost značně klesá, za což bývá zaměstnanec přinejmenším napomenut, nebo jsou mu strhnuty prémie. Jsou případy, kdy pracovník výkonnost ovlivnit nemůže. Například z výdejny nářadí je mu vydáno nářadí, které není vhodné pro danou operaci, nebo není opatřeno vhodným držadlem. Práce je tedy časově i fyzicky náročnější, a tudíž normu, kterou má zaměstnanec předepsanu nemůže v časovém limitu směny splnit. V takovém případě přichází v úvahu, že mu vedoucí může nařídít i práci přesčas (např. když má být zakázka na druhý den expedována), zaměstnanec může tímto

rozhodnutím popudit a ten dále nebude neprovádět práci v takové kvalitě, v jaké by měla být prováděna.

Kvalita obráběného dílce je závislá především na kvalitativním (životním) stavu nářadí, v jakém se právě nachází. I přehlédnutelná změna stavu opotřebení nářadí může vést ke značně nevyhovující kvalitě dílce. Dílec může být nevyhovující jak po stránce rozměrové tolerance, tak po stránce požadované kvality obráběné plochy. Proto je nutné pravidelně kontrolovat stav používaného nářadí, v případě nevyhovujícího stavu nářadí, zjištěné neshody rozměrů nebo kvality povrchu dílce, je nutné toto nářadí neprodleně vyměnit za nové, případně provozuschopné. Při nevhodné ergonomii nářadí může rovněž docházet k nevyhovujícím stavům obráběného dílce, příkladem může být úběr materiálu pouze v jednom místě, rýha vytvořená špatnou polohou nářadí v důsledku nevhodné ergonomie apod.

Životnost nářadí je v první řadě podmíněna správným užíváním nářadí, hlavně užíváním k činnostem, ke kterým bylo vyrobeno. Správné držení nářadí, a tedy i ergonomie, má zásadní vliv na jeho celkovou životnost. V případě, že je nářadí, především jeho úchop nesprávně navrhnut, trpí tím nejen pracovník, ale také nářadí a nástroje, u kterých se značně snižuje životnost. Negativní vliv na životnost nářadí má také skladování v nevhodných podmínkách nebo nářadí uskladněné v neočištěném stavu, kdy dojde např. ke korozi povrchu nářadí a doba užívání (životnost) může podstatně klesnout, pokud nejsou podstoupeny určité kroky k obnovení původního stavu nářadí.

Cena nářadí je dosti ovlivněna náročností tvorby optimálního designu, a tedy časem potřebným pro návrh a ověření správné ergonomie. Atraktivní design rovněž pozitivně ovlivňuje samotný prodej.

Nevhodný design může negativně ovlivnit také **kvalitu nářadí**, zejména pokud při jeho návrhu nejsou dodrženy určité konstrukční požadavky. V některých případech může vlivem nevhodného designu dojít i ke zničení nářadí (např. zlomení rukojeti způsobeném oslabením průřezu).

Výše uvedené skutečnosti vycházejí z autorových zkušeností získaných během působení v různých společnostech zaměřených na strojní i mimostrojní výrobu.

3 UKÁZKY RUČNÍCH PRACOVÍŠŤ

Ruční pracoviště může mít mnoho podob, vybaveno nejrůznějšími stroji, nástroji a nářadím, které jsou přizpůsobeny ke konkrétní operaci, která má být na daném pracovišti prováděna (obr. 3.1–3.10).



Obr. 3.1 Ruční měřicí pracoviště propojené s počítačem přes bezdrátovou technologii wireless [42].



Obr. 3.2 Orýsování součásti [43].



Obr. 3.3 Pilování ve svěráku [27].



Obr. 3.4 Vrtací pracoviště se stolní vrtačkou [27].



Obr. 3.5 Ruční řezání vnitřního závitu pomocí vratidla a sadových závitníků [27].



Obr. 3.6 Ruční pracoviště s pákovými tabulovými nůžkami [27].



Obr. 3.7 Ruční ohýbaní plechů [44].



Obr. 3.8 Kovárna se dvěma výchněmi [45].



Obr. 3.9 Svařování v ochranné atmosféře metodou MIG/MAG [46].



Obr. 3.10 Brousicí pracoviště s dílenskou stolní bruskou [27].

4 DOSAHOVANÉ PARAMETRY NA RUČNÍM PRACOVIŠTI

Parametry dosahované na ručním pracovišti jsou závislé na mnoha okolnostech. Především se jedná o závislosti na opotřebení nástroje, volbu vhodného nářadí bez viditelné vady, fyzické i psychické rozpoložení pracovníka, pracovní prostředí, ve kterém je práce prováděna atd. Dosahované parametry při jednotlivých ručních operacích jsou zaznamenány v tab. 4.1.

Tab. 4.1 Dosahované parametry na ručním pracovišti [1, 2, 3, 4, 6, 17, 19, 27, 28, 29, 41].

Operace	Rozměrová přesnost [mm]	Dosahovaná hodnota Ra [μm]	Časová náročnost
Měření	0,001–1	–	nízká
Orýsování	0,5–1	–	nízká – střední
Pilování	0,1–0,2	0,8–3,2	vysoká
Řezání	0,5–5	12,5–50	střední
Řezání závitů	0,005–0,072	1,6–3,2	střední – vysoká
Vrtání a zahlubování	0,048–0,72	1,6–12,5	nízká – střední
Stříhání	0,01–0,4	0,4–1,6	nízká
Rovnění a ohýbání	0,2–1	-	střední
Kování	1–5	3,2–25	vysoká
Pájení	0,5–1	–	vysoká
Nýtování	0,1–1	–	nízká
Svařování	1–5	12,5–25	střední
Broušení	0,025–0,4	0,8–6,3	vysoká

5 ROZBOR ZLEPŠUJÍCÍCH (VÝHODNĚJŠÍCH) MOŽNOSTÍ U RUČNÍCH PRACÍ

U ručních prací je snaha zejména práci ulehčit, zefektivnit a snížit výrobní cenu na minimum při zachování nebo zlepšení kvality vyráběné součásti. Nemělo by docházet k úrazům vlivem špatné konstrukce nářadí a nástrojů. Rovněž únava pracovníka při používání nevhodného nebo poškozeného nářadí a nástrojů zde hraje velkou roli.

Příkladem zbytečného namáhání a únavy pracovníka ve strojírenském podniku zabývajícím se obráběním kovů může být srážení hran vrtaných děr bez použití vhodného držáku na kuželový záhlubník (v praxi běžně používáno označení pro záhlubník tzv. „hvězdička“), rovněž může být použit držák s nevhodně ergonomicky tvarovaným, poškozeným tělem, nebo držák primárně určený pro jinou operaci. Koupením nebo vytvořením vhodného držáku na záhlubník může být zaměstnanci nejen ulehčena práce, zabráněno možnému zranění, ale zejména může dojít k značnému zvýšení produktivity pracovníka. Přitom se jedná o investici v řádu několika stovek korun, která může značně zrychlit výrobu a zaměstnanci zpříjemnit pracovní dobu na přijatelnou úroveň. Příkladem zlepšení ruční práce může být ruční multifunkční odjehlovací sada ke srážení ostrých hran a zahlubování děr (obr. 5.1), jejíž cena se pohybuje okolo 600 Kč.



Obr. 5.1 Ruční multifunkční odjehlovací sada [47].

6 NOVÉ ŘEŠENÍ KONKRÉTNÍ SITUACE V PRŮMYSLOVÉ SÉRIOVÉ VÝROBĚ

K řešení (úpravě) ručního nářadí v sériové výrobě bylo vybráno vratidlo pro vnitřní řezání závitů (obr. 6.1). Vratidlo bylo vybráno z důvodu výroby téměř výhradně jednoho typu v drtivé většině sériové výroby vratidel. Konkrétně se jedná o úpravu držadla, respektive rukojetí vratidla, používány jsou téměř ve všech případech rukojeti z válcového materiálu, bez jakýchkoliv zásadnějších úprav. Z tohoto důvodu bude v této práci provedena snaha o inovaci těchto součástí vratidla za pomoci konstrukčního softwaru Autodesk Inventor.

Požadavky, které by úprava měla splňovat jsou:

- zvýšení flexibility použití,
- snížení hmotnosti,
- dosažení ergonomického tvaru držadel,
- snížení spotřeby materiálu.

Cílem je splnit všechny nebo alespoň většinu těchto požadavků.



Obr. 6.1 Vratidlo pro vnější řezání závitů.

6.1 Rozbor originálu držadla

Držadlo vratidla na vnitřní závitování se skládá ze dvou kusů, a to z: pohyblivé rukojeti a pevné rukojeti (obr. 6.2), které jsou zašroubovány do samotného těla vratidla (viz výše obr. 6.1). Pohyblivá rukojeť je válcová tyč průměru 11 mm, délky 148 mm s přechodem na závit M10 délky 25 mm, také je zde za závitem přechod na průměr 5 mm, délky 5 mm (výrobní výkres viz příloha 4). Váha pohyblivé rukojeti je 0,108 kg. Pevná rukojeť je taktéž válcová tyč stejného průměru 11 mm, délky 115 mm s přechodem na závit M8 s délkou 11 mm (výrobní výkres viz příloha 5),

kterým je zašroubována. Váha pevné rukojeti je 0,086 kg. Materiál rukojetí, jakož i celého vratidla, je konstrukční nelegovaná ocel značená dle ČSN 11 600 (dle EN E335) s mezí pevnosti 412–745 MPa, mezí kluzu 284–588 MPa a maximální tvrdostí dle Brinella HB 286. Pro porovnání hmotností, v softwaru Inventor, byla zvolena materiálem ocel s hustotou $7\,850\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Původní rukojeti vytvořené v softwaru Inventor jsou pro srovnání na obr. 6.3. K tvorbě rukojetí v tomto softwaru bylo použito základních prvků běžně používaných v konstrukčních softwarech, jako je vysunutí, rotace, díra, zaoblení, zkosení, kterým vždy předcházela tvorba náčrtu.



Obr. 6.2 Původní rukojeti vratidla.



Obr. 6.3 Původní rukojeti vratidla vytvořené v softwaru Inventor.

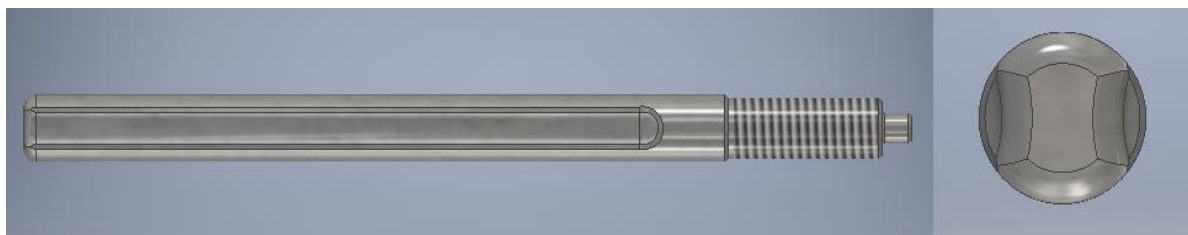
6.2 Rozbor variant vhodných pro výrobu

Varianty, které by byly vhodné pro výrobu, byly vytvořeny celkem tři, jedna z nich byla vybrána a zvolena jako vyhovující a splňující většinu požadavků, které byly stanoveny. Poslední požadavek snížení spotřeby materiálu by byl dodržen u všech tří variant pouze při výrobě držadel odléváním a následným obrobením funkčních ploch (závitu atd.). Materiál by byl u všech tří variant zvolen stejný jako u originálu, tj. materiál 11 600, navíc by zde pro vyšší odolnost proti korozi a trvanlivost byli rukojeti po obrobení pozinkovány. Pouze u třetí varianty by byla její část – objímka vytvořena

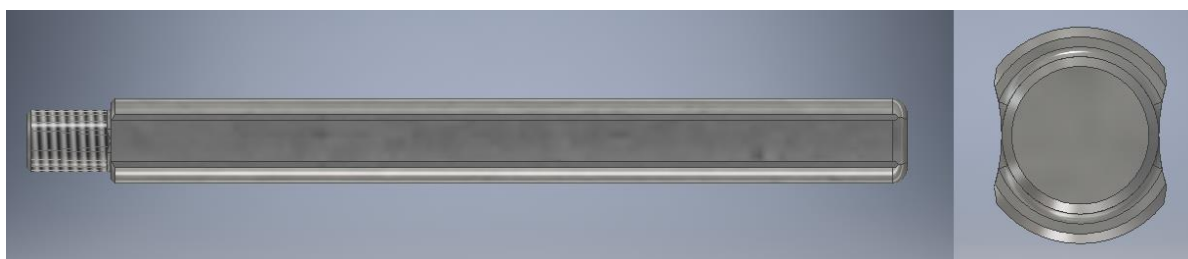
z materiálů 11 650 a polotovarem by zde byla zvolena trubka pro úsporu materiálu. Pro porovnání hmotností, v softwaru Inventor, opět zvolena materiálem ocel.

Varianta 1

První varianta byla vytvořena za použití původních rozměrů, pouze byla upravena ergonomie držadel. Na této variantě bylo vytvořeno oboustranné vybrání po celé délce pevné rukojeti, u pohyblivé rukojeti tomu bylo pouze do délky 104 mm, neboť delší vybrání by bylo ukryto v těle vratidla a neplnilo by tak žádnou funkci. Tyto úpravy zapříčinily snížení hmotnosti. Hmotnost byla snížena u obou částí držadla, u pohyblivé rukojeti (obr. 6.4) o 14 g oproti originálu na 0,094 kg (výrobní výkres viz příloha 6) a u pevné rukojeti (obr. 6.5) o 15 g originálu na 0,071 kg (výrobní výkres viz příloha 7). Vybrání bylo vytvořeno z důvodu zlepšení úchopu rukojetí a zamezení prokluzování při držení ať už v rukou, nebo v rukavicích. Nevýhodou této varianty řešení je zejména nevhodná pozice vybrání v pohyblivé rukojeti oproti vybrání v pevné rukojeti při zajišťování různých velikostí závitníku. Při této situaci se úprava jeví jako nevhodná, nicméně stále funkční, a tedy i vhodná pro následnou výrobu.



Obr. 6.4 Varianta 1 pohyblivé rukojeti.

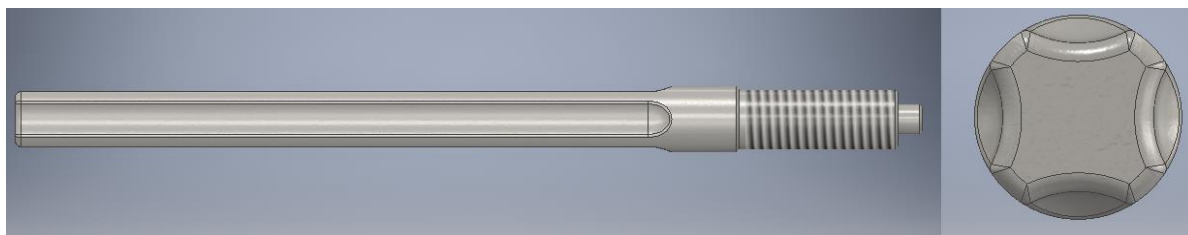


Obr. 6.5 Varianta 1 pevné rukojeti.

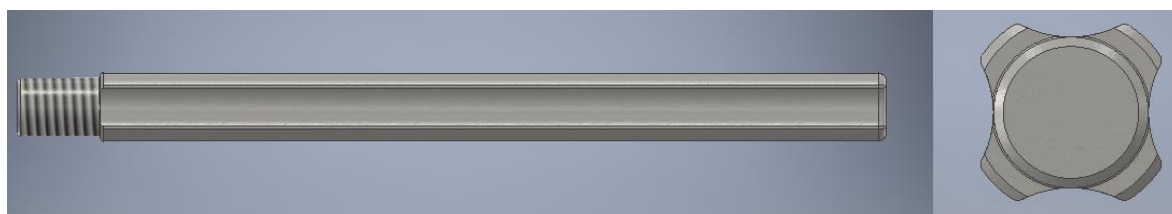
Varianta 2

Druhá varianta byla vytvořena na základě varianty číslo jedna, pouze byla místo dvou vybrání vytvořena vybrání čtyři. Tato úprava opět způsobila snížení hmotnosti u obou součástí, u pohyblivé rukojeti (obr. 6.5) o 22 g oproti originálu na 0,086 kg (výrobní výkres viz příloha 8) a u pevné rukojeti (obr. 6.6) o 23 g oproti originálu na 0,063 kg (výrobní výkres viz příloha 9). Čtyři vybrání způsobí odstranění nevýhody

předešlé varianty, není zde tak výrazný rozdíl v natočení obou drážek vůči sobě při použití závitníků různé velikosti. Ergonomie a flexibilita použití je u této varianty značně zlepšena, což je způsobeno přidáním dalších dvou drážek, a tedy možnosti použití větší škály závitníků, kde budou mít drážky smysl oproti předchozí dvoudrážkové variantě. Nevýhodou zde bylo snížení nosnosti rukojetí ubráním už podstatnější části materiálu, ovšem při práci je nejvíce namáhán, a tedy i náchylný k prasknutí nejmenší průřez, což je ve všech případech samotný nástroj – závitník.



Obr. 6.5 Varianta 2 pohyblivé rukojeti.

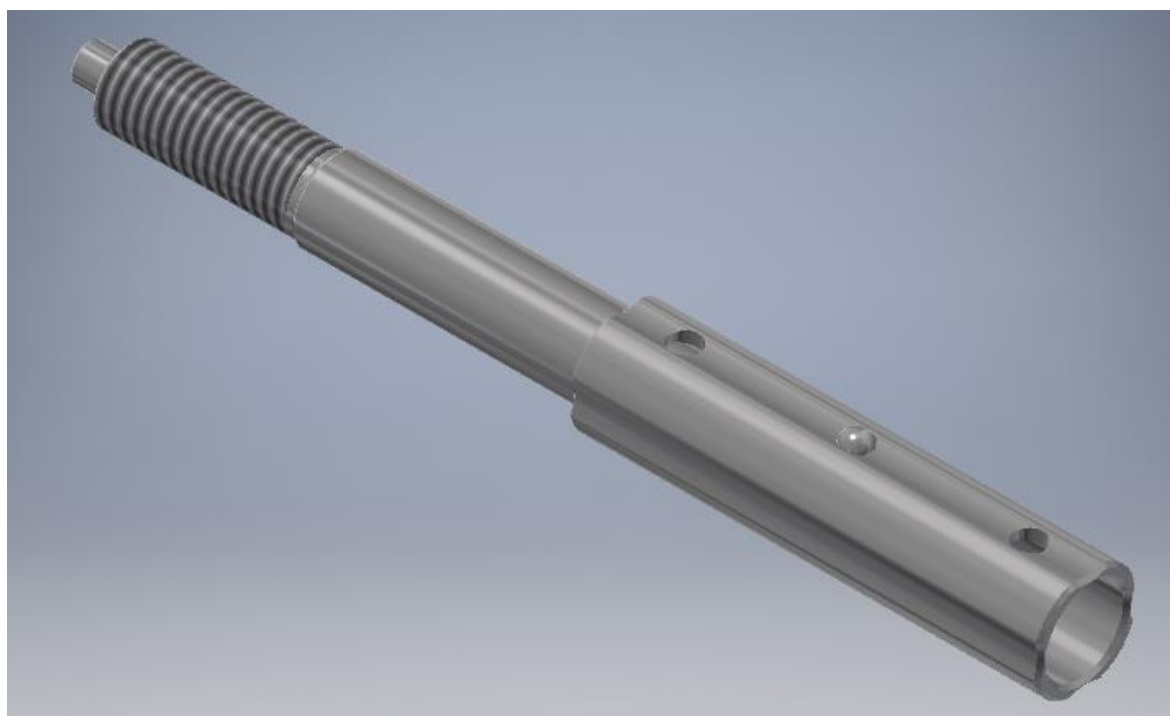


Obr. 6.6 Varianta 2 pevné rukojeti.

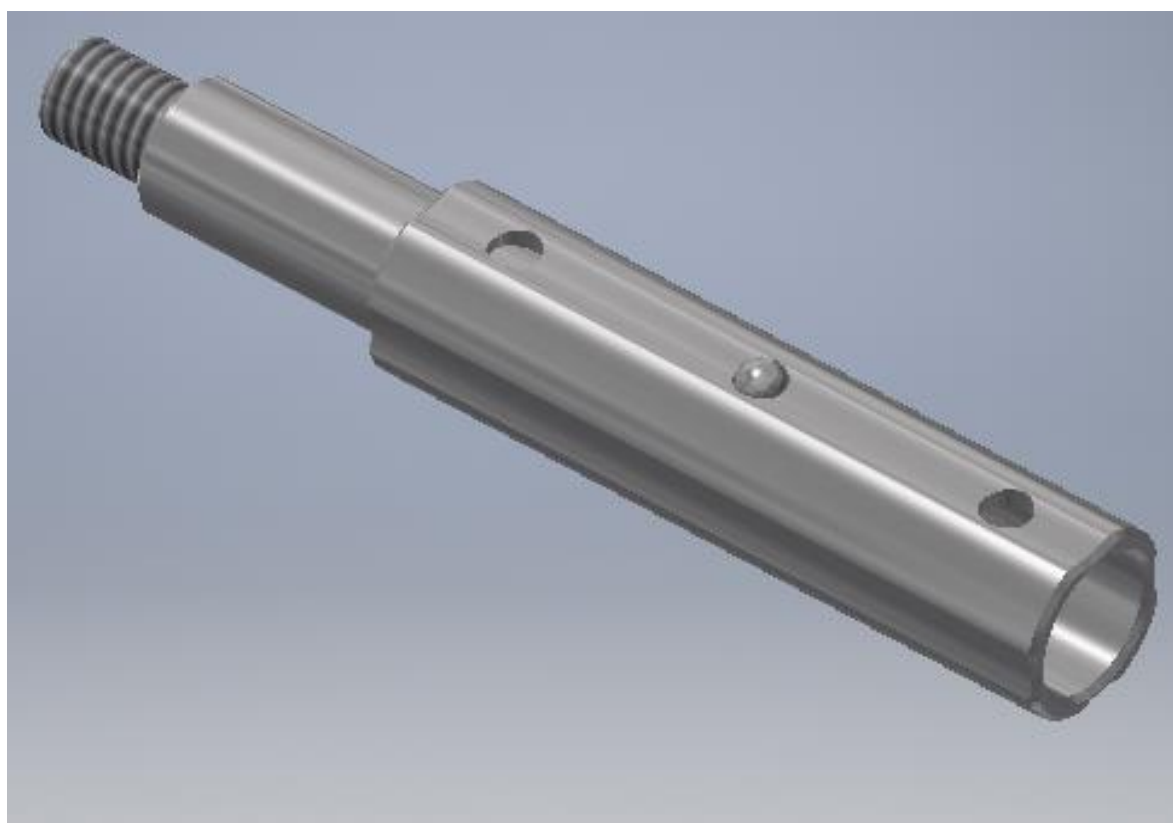
Varianta 3

U třetí varianty jsou jednotlivé rukojeti složeny z více kusů, a tvoří tedy sestavy. Úpravou došlo k menšímu snížení hmotnosti vůči předchozím variantám, u pohyblivé rukojeti (obr. 6.7) o 4 g oproti originálu na 0,104 kg (viz příloha 10) a u pevné rukojeti (obr. 6.8) o 6 g oproti originálu na 0,080 kg (viz příloha 11). Obě části držadla jsou složena ze čtyř kusů: jednotlivých rukojetí (výrobní výkres viz příloha 12, 13) o stejném průměru a zkrácené délce oproti originálu, výsuvných objímek (trubek) opatřených třemi otvory (výrobní výkres viz příloha 14), dále jistícího odpruženého čepu (výrobní výkres viz příloha 15) a pružiny (nakupovaný díl) zajišťující čep ve správné poloze, který tak brání nechtěnému pohybu výsuvných objímek. V obou rukojetích jsou ve stejné vzdálenosti od konce vytvořeny díry pro vložení pružiny a jistícího čepu. Objímky jsou umístěny na rukojetích, rukojeti jsou tedy teleskopické, což umožňuje použití v jinak nepřístupných místech. Rovněž jsou objímky opatřeny čtyřmi drážkami, jako je tomu u druhé varianty, což opět zlepšuje úchop, a tedy i ergonomii. Drážky zde nejsou tak hluboké, kvůli možnému oslabení průřezu objímky. Při úplném zasunutí objímky je délka celého vratidla s teleskopickými

rukojeťmi pouze 216 mm, naopak při úplném vysunutí je délka totožná s originálem, tedy 304 mm. Zajištěním objímky v prostřední díře je dosaženo celkové délky 260 mm, což je přesně v půli předchozích hodnot.



Obr. 6.7 Varianta 3 – sestava pohyblivé rukojeti.



Obr. 6.8 Varianta 3 – sestava pevné rukojeti.

6.3 Volba optimální varianty pro sériovou výrobu

Pro výrobu by byla zvolena varianta číslo tři (obr. 6.7 a obr. 6.8). Za určitých okolností splňuje tato varianta všechny cíle, které byly předem stanoveny. Hmotnost je sice snížena jen o několik gramů, u pohyblivé rukojeti o 4 g a u pevné rukojeti o 6 g oproti originálu, nicméně flexibilita použití je mnohonásobně zvýšena tvorbou teleskopických rukojetí. Ergonomie byla také vylepšena tvorbou drážek pro lepší držení rukojetí vratidla. Třetí varianta je výrobně nejnáročnější, avšak klady této varianty jednoznačně převyšují zápory, tudíž se jeví jako optimální řešení pro sériovou výrobu. Jednoznačnou výhodou této varianty je větší flexibilita použití. Vratidlo je možné použít s větší škálou závitníků, navíc i v hůře přístupných místech, v nichž by použití běžného vratidla bylo značně ztíženo, popř. by to v některých případech nebylo vůbec možné.

7 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V této kapitole bude proveden výpočet koeficientu využití materiálu pro vybranou třetí variantu. Pro střed pohyblivé rukojeti a střed pevné rukojeti je polotovarem přířez z tyče válcované za tepla dle ČSN 42 5510, pro objímku přířez z trubky ocelové bezešvé tvářený za tepla dle ČSN 42 5715. Pojistný čep lze v tomto výpočtu zanedbat, důvodem jsou zde minimální rozměry. Pružina je kupovaná komponenta, tudíž není zahrnuta do výpočtů. Dále bude provedeno technicko-ekonomické zhodnocení výroby při použití těchto polotovarů.

7.1 Výpočet koeficientu využití materiálu

Střed pohyblivé rukojeti

- **Celkový přídavek na obrábění:**

Výpočtový průměr polotovaru d_{pv} dle vztahu (7.1) [48]:

$$d_{pv} = d_{smax} + 0,05 \cdot d_{smax} + 2 \text{ [mm]} \quad (7.1)$$

$$d_{pv} = 11 + 0,05 \cdot 11 + 2 = 13,6 \text{ mm}$$

kde: d_{smax} [mm] - největší průměr součásti

Délka polotovaru l_p vypočtena dle vztahu (7.2) [48]:

$$l_p = l + 0,05 \cdot l + 2 \text{ [mm]} \quad (7.2)$$

$$l_p = 106 + 0,05 \cdot 106 + 2 = 113,3 \cong 113 \text{ mm}$$

kde: l [mm] - délka součásti

Nejbližší vyšší průměr tyče válcované za tepla dle ČSN 42 5510 je $d_p = 14 \text{ mm}$ a délka tyče l_t byla zvolena 3 000 mm.

- **Stanovení hmotnosti hotové součásti Q_s :**

Hmotnost odečtena ze softwaru Autodesk Inventor $Q_s = 0,070 \text{ kg}$

- Hmotnost přířezu Q_p vypočtena dle vztahu (7.3) [48]:

$$Q_p = \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \cdot l_p \cdot \rho \cdot 10^{-9} [kg \cdot ks^{-1}] \quad (7.3)$$

$$Q_p = \frac{\pi \cdot 14^2}{4} \cdot 113 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 0,1366 kg \cdot ks^{-1}$$

kde: d_p [mm] - průměr polotovaru přířezu

l_p [mm] - délka přířezu

ρ [kg · m⁻³] - hustota materiálu (oceli)

- Počet přířezů z tyče n vypočten dle vztahu (7.4) [48]:

$$n = \frac{l_t}{l_p + l_u} [ks] \quad (7.4)$$

$$n = \frac{3000}{113 + 1,5} = 26,2 \cong 26 ks$$

kde: l_t [mm] - délka tyče

l_u [mm] - šířka prořezu (při použití pásové pily činí 1,5 mm)

- Délka nevyužitého konce tyče l_k vypočtena dle vztahu (7.5) [48]:

$$l_k = l_t - [n \cdot (l_p + l_u)] [mm] \quad (7.5)$$

$$l_k = 3000 - [26 \cdot (113 + 1,5)] = 23 mm$$

- Odpad vzniklý při obrábění q_o vypočten dle vztahu (7.6) [48]:

$$q_o = Q_p - Q_s [kg \cdot ks^{-1}] \quad (7.6)$$

$$q_o = 0,1366 - 0,070 = 0,0666 kg \cdot ks^{-1}$$

- Odpad vzniklý prořezem q_d vypočten dle vztahu (7.7) [48]:

$$q_d = \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \cdot l_u \cdot \rho \cdot 10^{-9} [kg \cdot ks^{-1}] \quad (7.7)$$

$$q_d = \frac{\pi \cdot 14^2}{4} \cdot 1,5 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 0,0018 kg \cdot ks^{-1}$$

- **Odpad z nevyužitého konce tyče q_k vypočten dle vztahu (7.8) [48]:**

$$q_k = \frac{\pi \cdot d_p^2}{4 \cdot n} \cdot l_k \cdot \rho \cdot 10^{-9} [kg \cdot ks^{-1}] \quad (7.8)$$

$$q_k = \frac{\pi \cdot 14^2}{4 \cdot 26} \cdot 23 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 0,001 kg \cdot ks^{-1}$$

- **Norma spotřeby materiálu přířezu Q_m vypočtena dle vztahu (7.9) [48]:**

$$Q_m = Q_p + q_d + q_k [kg \cdot ks^{-1}] \quad (7.9)$$

$$Q_m = 0,1366 + 0,0018 + 0,001 = 0,1394 kg \cdot ks^{-1}$$

- **Koeficient využití materiálu přířezu k_m vypočten dle vztahu (7.10) [48]:**

$$k_m = \frac{Q_s}{Q_m} [\%] \quad (7.10)$$

$$k_m = \frac{0,07}{0,1394} = 0,5021 \cdot 100 = 50,21 \%$$

Střed pevné rukojeti

- **Celkový přídavek na obrábění:**

Výpočtový průměr polotovaru d_{pv} dle vztahu (7.1) [48]:

$$d_{pv} = 11 + 0,05 \cdot 11 + 2 = 13,6 mm$$

Délka polotovaru l_p vypočtena dle vztahu (7.2) [48]:

$$l_p = 70 + 0,05 \cdot 70 + 2 = 75,5 \rightarrow 75 mm$$

Nejbližší vyšší průměr tyče válcované za tepla dle ČSN 42 5510 je $d_p = 14 mm$ a délka tyče l_t byla zvolena 3 000 mm. Pro vyšší využití spotřeby materiálu délka polotovaru l_p zvolena 75 mm.

- **Stanovení hmotnosti hotové součásti Q_s :**

Hmotnost odečtena ze softwaru Autodesk Inventor $Q_s = 0,046 kg$

- Hmotnost přířezu Q_p vypočtena dle vztahu (7.3) [48]:

$$Q_p = \frac{\pi \cdot 14^2}{4} \cdot 75 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 0,0906 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1}$$

- Počet přířezů z tyče n vypočten dle vztahu (7.4) [48]:

$$n = \frac{3000}{75 + 1,5} = 39,22 \cong 39 \text{ ks}$$

- Délka nevyužitého konce tyče l_k vypočtena dle vztahu (7.5) [48]:

$$l_k = 3000 - [39 \cdot (75 + 1,5)] = 16,5 \text{ mm}$$

- Odpad vzniklý při obrábění q_o vypočten dle vztahu (7.6) [48]:

$$q_o = 0,0906 - 0,046 = 0,0446 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1}$$

- Odpad vzniklý prořezem q_d vypočten dle vztahu (7.7) [48]:

$$q_d = \frac{\pi \cdot 14^2}{4} \cdot 1,5 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 0,0018 \text{ kg}$$

- Odpad z nevyužitého konce tyče q_k vypočten dle vztahu (7.8) [48]:

$$q_k = \frac{\pi \cdot 14^2}{4 \cdot 39} \cdot 16,5 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 0,0005 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1}$$

- Norma spotřeby materiálu přířezu Q_m vypočtena dle vztahu (7.9) [48]:

$$Q_m = 0,0906 + 0,0018 + 0,0005 = 0,0929 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1}$$

- Koeficient využití materiálu přířezu k_m vypočten dle vztahu (7.10) [48]:

$$k_m = \frac{0,046}{0,0929} = 0,4952 \cdot 100 = 49,52 \%$$

Objímka

- Celkový přídavek na obrábění:

Výpočtový průměr polotovaru d_{pv} dle vztahu (7.1) [48]:

$$d_{pv} = 16 + 0,05 \cdot 16 + 2 = 18,8 \text{ mm}$$

Délka polotovaru l_p vypočtena dle vztahu (7.2) [48]:

$$l_p = l + 0,05 \cdot l + 2 = 60 + 0,05 \cdot 60 + 2 = 65 \rightarrow 62 \text{ mm}$$

Nejbližší vyšší průměr trubky ocelové bezešvé tvářené za tepla dle ČSN 42 5715 je TR Ø20x4 mm a délka trubky l_t byla zvolena 3 000 mm. Pro vyšší procento využití spotřeby materiálu délka polotovaru l_p zvolena 62 mm.

- **Stanovení hmotnosti hotové součásti Q_s :**

Hmotnost odečtena ze softwaru Inventor $Q_s = 0,038 \text{ kg}$

- **Hmotnost přířezu Q_p vypočtena dle vztahu (7.11) [48]:**

$$Q_p = \frac{\pi \cdot (d_p^2 - d_{p1}^2)}{4} \cdot l_p \cdot \rho \cdot 10^{-9} [\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1}] \quad (7.11)$$

$$Q_p = \frac{\pi \cdot (20^2 - 12^2)}{4} \cdot 62 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 0,0979 \text{ kg}$$

kde: $d_{p1} [\text{mm}]$ – vnitřní průměr trubky (světlost)

- **Počet přířezů z tyče n vypočten dle vztahu (7.4) [48]:**

$$n = \frac{3000}{62 + 1,5} = 47,24 \cong 47 \text{ ks}$$

- **Délka nevyužitého konce tyče l_k vypočtena dle vztahu (7.5) [48]:**

$$l_k = 3000 - [47 \cdot (62 + 1,5)] = 15,5 \text{ mm}$$

- **Odpad vzniklý při obrábění q_o vypočten dle vztahu (7.6) [48]:**

$$q_o = 0,0979 - 0,038 = 0,0599 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1}$$

- **Odpad vzniklý prořezem q_d vypočten dle vztahu (7.12) [48]:**

$$q_d = \frac{\pi \cdot (d_p^2 - d_{p1}^2)}{4} \cdot l_u \cdot \rho \cdot 10^{-9} [\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1}] \quad (7.12)$$

$$q_d = \frac{\pi \cdot (20^2 - 12^2)}{4} \cdot 1,5 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 0,0024 \text{ kg}$$

- **Odpad z nevyužitého konce tyče q_k vypočten dle vztahu (7.13) [48]:**

$$q_k = \frac{\pi \cdot (d_p^2 - d_{p1}^2)}{4 \cdot n} \cdot l_k \cdot \rho \cdot 10^{-9} [\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1}] \quad (7.13)$$

$$q_k = \frac{\pi \cdot (20^2 - 12^2)}{4 \cdot 47} \cdot 15,5 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} = 0,0005 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1}$$

- **Norma spotřeby materiálu přířezu Q_m vypočtena dle vztahu (7.9) [48]:**

$$Q_m = 0,0979 + 0,0024 + 0,0005 = 0,1008 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1}$$

- **Koeficient využití materiálu přířezu k_m vypočten dle vztahu (7.10) [48]:**

$$k_m = \frac{0,038}{0,1008} = 0,377 \cdot 100 = 37,7 \%$$

7.2 Zhodnocení

Koeficienty využití materiálu obou středů rukojetí vycházejí poměrně vysoké. U středu pohyblivé rukojeti je využití materiálu 50,2 %, u středu pevné rukojeti je využití téměř stejné, a to 49,5 %. U těchto součástí by se výroba z přířezu oproti odlitku téměř jistě vyplatila, záleželo by za jakou ceny by byla schopna slévárna dodat odlitek. Objímka už je na tom podstatně hůře, i když byla jako polotovár zvolena trubka, koeficient využití materiálu je zde pouze 37,7 %. Nižší procento využití materiálu je způsobeno větším úběrem materiálu z vnější strany. Z tohoto pohledu se výroba, kde by byl polotovarem zvolen přířez z trubky, pořád zdá být pro menší sérii výrobků únosná. Nicméně jako nejvhodnější z hlediska využití materiálu by pro sériovou výrobu byl zvolen polotovarem objímky odlitek, na tom by byly následně obrobena funkční plochy.

ZÁVĚR

První kapitola této diplomové práce se zabývá rozбором jednotlivých ručních prací používaných jako doplňující operace při strojní výrobě. Tyto operace strojní výrobě mohou předcházet nebo ji následovat (v takovém případě se jedná o operace finální), popřípadě mohou být mezioperací. V této kapitole jsou shrnuty práce, které se při strojní výrobě vyskytují nejčastěji.

Druhá kapitola je zaměřena na jednotlivé aspekty, které jsou designem přímo nebo nepřímo ovlivňovány. Zejména se jedná o zdraví pracovníka, který nářadí používá, dále pak jeho výkonnost, kvalitu obráběného dílce, životnost nářadí a jeho cenu, která je v dnešní době důležitým faktorem při rozhodování o pořízení daného nářadí. Tyto aspekty jsou rozebrány na základě autorových zkušeností získaných během působení v různých společnostech zaměřených na strojní i mimostrojní výrobu.

Třetí a pátá kapitola jsou kapitolami doplňujícími. Třetí kapitola doplňuje popisy obsažené v první kapitole o názornou ukázkou příkladů ručních pracovišť. V kapitole páté je ukáзка zlepšující možnosti ručních prací využitím držáku (odjehlovací sady) na srážení ostrých hran a zahlubování děr.

Ve čtvrté kapitole jsou shrnuty parametry, kterých je možné dosáhnout při ručních operacích, jako je přesnost rozměru, kvalita obráběného povrchu a časová náročnost. Výsledné hodnoty zde nejsou uvedeny, neboť se pohybují v různých rozmezích pro jednotlivé operace (konkrétní hodnoty jsou uvedeny v dané kapitole v tab. 4.1).

Kapitola šestá je zaměřena na úpravu konstrukce rukojetí ručního vratidla na řezání vnitřních závitů. Jsou zde navrženy a popsány vedle originálu tři varianty řešení, z nichž je detailněji rozebrána varianta 3 nejlépe splňující cíle stanovené před samotnou úpravou. Ve variantě 3 byla snížena celková hmotnost rukojetí oproti originálu o 10 g, flexibilita použití vratidla byla mnohonásobně zvýšena použitím teleskopických rukojetí a ergonomie rukojetí byla rovněž zlepšena vytvořením čtyř drážek pro lepší úchop.

Sedmá kapitola zahrnuje výpočet koeficientu využití materiálu jednotlivých částí rukojetí, kde by byl polotovarem zvolen přířez z tyče v případě středu pevné a pohyblivé rukojeti a přířez z trubky v případě objímky rukojeti. V případě že je

pro výrobu středů rukojetí jako polotovar použít přířez z tyče, je využití materiálu středu pohyblivé rukojeti 50,2 %, v případě v případě pevné rukojeti to je 49,5 %. Ekonomičnost navrhovaného řešení záleží na tom, za jakou cenu by byla slévárna schopna dodat odlitek. Výroba objímky je z hlediska využití materiálu méně výhodná než v předchozím případě, využití je pouze 37,7 %. Vzhledem k nízkému využití materiálu je zde výhodné použít jiný druh polotovaru, např. odlitek.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Ruční zpracování a obrábění kovů* [online]. [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: http://www.muzeumhodin.info/paichl/knihy/hodiny/literatura/Dobrovolny_1953/Dobrovolny_zpracovani_kovu.pdf
2. BUCHTA, Jaroslav. *Ruční zpracování kovů* [online]. [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: <http://web.sstzr.cz/download/cat1/rucni-zpracovani-kovu-1-rocnik.pdf>
3. CAGAŠ, Jiří. *Metodická příručka ručního zpracování kovů pro žáky SŠZ Přerov* [online]. Olomouc, 2015 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <https://uloz.to/!PoqrijmWDx/metodicka-prirucka-rucni-zpracovani-kovu-final-docx>. Závěrečná práce. Univerzita Palackého Olomouc. Vedoucí práce Ing. Vladimír Hajna.
4. HUMÁR, Anton. *Studijní opory Technologie I.* [online]. Brno. [cit. 20.2.2018]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/VyrobníTechnologie_II.pdf
5. STAVINOHA, Z., *Plošné měření a orýsování*, Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo: CZ.1.07/1.1.08/03.0009. [online]. 2011, [cit. 20. 2. 2018]. Dostupný z: <http://coptel.coptkm.cz/index.php?action=2&doc=17265&docGroup=4931&cmd=0&instance=2>
6. KUČEROVÁ, Irena. *Zámečnické činnosti* [online]. Projekt: Správná praxe ve strojírenské výrobě registrační číslo CZ.1.07/3.2.05/05.0011, 2016 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: http://www.hkprerov.cz/upload/image/z%C3%A1me%C4%8Dnick%C3%A9_%C4%8Dinnosti_-_studijn%C3%AD_text.pdf
7. Rýsovací a příměrná deska. In: *Bo-import* [online]. Bo-import [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <https://www.bo-import.cz/meridla/stojanky-prizma-primerne-a-rysovaci-desky/primerne-a-rysovaci-desky/rysovaci-a-primerna-deska-din-876-400x400x90-mm-tr-presnosti-3-mitu-902-102-18278.html>

-
8. Tyčové kružítko. In: *Kalibrační laboratoř Zindler: Rýsovací nástroje a měřidla* [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <http://www.klz.inshop.cz/0317001-tycove-kruzitko-0-50001-mm-bez-stavitka-helios-preisser>
 9. Rýsovací jehla. In: *BONO: Náradí pro měření a značení* [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <https://www.bono-naradi.cz/tona-190mm-rysovaci-jehla-7206.html>
 10. Pilník dílenský 300 mm plochý: Ruční nářadí. In: *Kovonástroje* [online]. [cit. 2018-03-07]. Dostupné z: <https://www.kovonastroje.cz/Rucni-naradi/Pilniky-a-rasple/Dilenske-pilniky/AJAX-Pilnik-dilensky-300mm-plochy-30x7-PSO-300-1-SEK-1-L-300mm-30x7-0-hruby.html>
 11. STRAKA, Jan. Práce s kovy: Postup při pilování. In: *Docplayer* [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/38985396-Prace-s-kovy-mgr-jan-straka.html>
 12. Pilník karosářský 250 mm s frézovanými zuby: Ruční nářadí. In: *Landsmann* [online]. [cit. 2018-03-08]. Dostupné z: http://www.landsmann.cz/bahco-fm10-pilnik-hoblik-karosarsky-250mm-s-bi-plast-rukojeti-frezovany-zub_d92332.html
 13. STAVINOHA, Z., *Řezání kovů*, Projekt: Inovace oboru Mechatronika pro Zlínský kraj Registrační číslo: CZ.1.07/1.1.08/03.0009. [online]. 2011, [cit. 20. 2. 2018]. Dostupný z: <https://coptkm.cz/portal/?action=2&doc=17338&docGroup=4931&cmd=0&instance=2>
 14. Rámová pila. In: *Slideplayer* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: http://images.slideplayer.cz/42/11486884/slides/slide_5.jpg
 15. Bosch Pila ocaska PSA 700 E: Přímočaré pily a pily ocasky. In: *OBI* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.obic.cz/primocare-pily-a-pily-ocasky/bosch-pila-ocaska-psa-700-e/p/4506929>
 16. ŠPROCH, Daniel. *Technologie obrábění vnitřních závitů* [online]. Brno, 2011 [cit. 2018-03-14]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=38663. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Prokop, CS
-

-
17. ŠVAGR, Jiří a Jan VOJTÍK. *Technologie ručního zpracování kovů pro 1. ročník středních odborných učilišť*. 3. vyd., V Institutu 2. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 2000. ISBN 80-710-5214-0.
18. Základní dva druhy závitů. In: *Slideplayer* [online]. [cit. 2018-03-14]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/1947956/7/images/3/Z%C3%81VITY+-+TERMINOLOGIE+lev%C3%BD+z%C3%A1vit+prav%C3%BD+z%C3%A1vit.jpg>
19. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008, xiv, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
20. RÓBERT, LUKAČOVIČ. *Počítačová analýza prierezu odrezávanej vrstvy při sústružení lichoběžníkových závitov* [online]. Trnava, 2010 [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: http://is.stuba.sk/lide/clovek.pl?zalozka=13;id=4179;studium=58436;zp=18353;download_prace=1. Diplomová práce. Slovenská technická univerzita v Bratislavě. Vedoucí práce doc. Ing. Augustín Görög, Phd.
21. NĚNIČKA, Filip. *Závitníky z rychlořezných ocelí a jejich využití* [online]. Brno, 2009 [cit. 2018-03-22]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17168. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Petra Cihlářová, Ph.D.
22. HRUBEC, Miroslav. Šroubovitý vrták. In: *Ostravská univerzita: Vrtání děr* [online]. 2009 [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://www.osu.cz/dokumenty/proportal/pdf/kpv/vrtani/nastroje.html>
23. POLEHŇA, Vladimír. Zpřesňování vrtaných děr. In: *Střední škola technických oborů* [online]. Střední škola technických oborů, 2012 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://www.ssto-havirov.cz/katalog-obrazku/clanek-171/1669-vy-52-inovace-525-7.pdf>
24. ŘÍHA, Zdeněk. Vrtání I. – strojní zařízení: Ruční obrábění kovů. In: *Dumy* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://dumy.cz/material/80391-vrtani-i-strojni-zarizen>
25. Vrtačka Narex EVP: Vrtačky elektrické. In: *Kasa.cz* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.kasa.cz/vrtacka-narex-evp-13-e-2h3-00624029/>
-

-
26. Pneumatická vrtačka POWERPLUS: Vrtačky. In: *DK1* [online].
[cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://eshop.dk1.cz/cz/12544-powerplus-powair0802-pneumaticka-vrtacka.html>
27. HINKELMANN, Luboš, Jiří POLÁŠEK a aj. *Řemesla: Zpracování kovů a opravárenství*. ELUC [online]. Olomouc, 2015, 25.8.2015 [cit. 2018-04-07].
ISBN MSMT-7521/2015-40. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1820>
28. BARTOŠ, Libor. *TECHNOLOGIE 1.ročník oboru Zámečnické práce ve stavebnictví Ruční zpracování kovů* [online]. Lipová-lázně, 2007
[cit. 2018-04-11]. Dostupné z:
http://oulipova.cz/vyuka/strojari/Rucni_zpracovani_kovu.pdf. Učební pomůcka.
ODBORNÉ UČILIŠTĚ A PRAKTICKÁ ŠKOLA, LIPOVÁ – LÁZNĚ.
29. DRASTÍK, František. *Kovářství: základní učivo pro výcvik kovářů v praxi a pomůcka k odbornému školení dorostu*. Praha: SNTL, 1960. Kurs technických znalostí.
30. RYBKA, Herbert. *Kování* [online]. Střední průmyslová škola Ostrava-Vítkovice, 2014 [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.spszengrova.cz/texty/texty/PRA/Kovani-UT.pdf>. Seminární práce. Střední průmyslová škola Ostrava-Vítkovice.
31. JÍCHA, Antonín. *Volné ruční kování: učební text pro 1. a 2. ročník středních odborných učilišť – učební obor 53-72-2 strojní kovář*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986.
32. Kovadlina kovářská: Ruční nářadí. In: *Zahrada – nářadí* [online].
[cit. 2018-04-19]. Dostupné z: https://www.zahrada-naradi.cz/fotografie/kovadlina-jpg-84972-img_original.jpg
33. Pomocná kovadla: Babky. In: *Amatérský kovář* [online]. [cit. 2018-04-19].
Dostupné z: http://kovarna.webzdarma.cz/stranky/jak_postavit_kovarnu/babky.htm
34. KONVIČNÁ, Iveta. *Pájené spoje* [online]. Kyjov [cit. 2018-04-24]. Dostupné z:
http://www.sossoukyjov.cz/data/file/Strojnictvi/VY_32_INOVACE_5c/VY_32_INOVACE_5c02.pdf
-

-
35. RAYNOCH, Jan. *Pájení a lepení* [online]. Střední průmyslová škola Ostrava-Vítkovice, 2012 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.spszenegrova.cz/texty/texty/STT/P%C3%81JEN%C3%8D%20A%20LEPEN%C3%8D-UT.pdf>. Seminární práce. Střední průmyslová škola Ostrava-Vítkovice.
36. BENEŠ, Libor. *Svařování* [online]. Fakulta strojní ČVUT Praha [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/svarovani/UT_01_Prehled_svarovani_T08.pdf. Učební text. ČVUT v Praze.
37. JECH, D. *Svařitelnost ocelí pro součásti parních turbín* [online]. Brno, 2010 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=29154. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Martin Juliš, Ph.D.
38. VOPIČKA, Aleš. Označování svaru na výkresech. In: *Slideplayer* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2801850/>
39. HLAVATÝ, Ivo a Tomáš ZAMYDLENÝ. *Typy svarů ocelové konstrukce* [online]. Ostrava, 2010 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~hla80/2009svarovani/3-2.pdf>. Učební text. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
40. LAPŠANSKÁ, Hana. *Přehled metod svařování* [online]. Omolouc [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/svarovani/Lapsanska_prehled_metod_svarovani.pdf. Učební text. Společná laboratoř optiky Univerzita Palackého + Fyzikální ustav Akademie věd České republiky.
41. HUMÁR, Anton. *Technologie 1 - Technologie obrábění 3. část* [online]. VUT – FSI – Ustav strojírenské technologie, 2005 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/Dokoncovaci_a_nekonvencni_metody_obrabeni/TI_TO-3.cast.pdf. Interaktivní multimediální text pro bakalářský a magisterský studijní program. Vysoké učení technické v Brně.
42. Měřicí pracoviště s integrovaným bezdrátovým rozhraním: Výrobní měřicí technika. In: *Docplayer.cz* [online]. Praha 4: Mahr, 2017 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/46838865-Mahrlights-jaro-2017-vyrobnimerici-technika-se-zkusenostmi-inovacemi-a-zapalem-pro-vec.html>
-

43. Orýsování součástí. In: *Střední průmyslová škola polytechnická Zlín* [online]. Zlín [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.spspzlin.cz/studium/prehled-oboru/strojirenske-obory/organizace-vyuky-strojirenske-obory/organizace-vyuky-obrabec-kovu-operator-cnc-a-konvencnich-stroju/>
44. Ohýbačka plechů ruční: Stroje. In: *STROJE SVOBODA* [online]. Blansko [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.strojesvoboda.cz/katalog.php?page=DETAIL&katalog=Stroje/Oh%C3%BDba%C4%8Dka/Plechu&key=&id=10268&ids=10284&o=1>
45. Kovárna pro ruční kování. In: *Zlínský deník.cz* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://zlinsky.denik.cz/galerie/nova-rucni-kovarna-ve-svitu.html?photo=6>
46. Svařování metodou MIG/MAG: Ruční sváření. In: *TMW: Výrobní možnosti* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: [http://www.tmw.cz/rucni-svareni1#photo\[55\]/0/](http://www.tmw.cz/rucni-svareni1#photo[55]/0/)
47. Ruční odjehlovač MULTI: Ruční odjehlovací nástroje. In: *Uni-max* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.uni-max.cz/rucni-odjehlovac-multi/d/>
48. PROKOP, Jaroslav. *Metodika navrhování výrobních postupů, Návrh polotovaru*. FSI VUT v Brně, 2011, 27 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
NO	-	nástrojová ocel
HSSE	-	rychlořezná ocel s příměsí kobaltu
SK	-	slinutý karbid
ZM	-	základní materiál
TOO	-	tepelně ovlivněná oblast
SK		svarový kov
MIG	-	Metal Inert Gas – obloukové svařování tavicí se elektrodou v ochranném inertním (netečném) plynu
MAG	-	Metal Active Gas – obloukové svařování tavicí se elektrodou v ochranném aktivním plynu
TIG	-	Tungsten Inert Gas – obloukové svařování netavicí se wolframovou elektrodou v ochranném inertním plynu

Symbol	Jednotka	Popis
P	mm	rozteč závitu
$P_h(s)$	mm	stoupání závitu
α	°	úhel stoupání závitu
d	mm	velký průměr závitu šroubu
d1	mm	malý průměr závitu šroubu
d2	mm	střední průměr závitu šroubu
D	mm	velký průměr závitu matice
D1	mm	malý průměr závitu matice
D2	mm	střední průměr závitu matice
β, γ	°	úhly boků závitu
R	mm	poloměr zaoblení dna
H	mm	výška základního trojúhelníka
H1	mm	nosná výška závitu
h3	mm	výška závitu šroubu

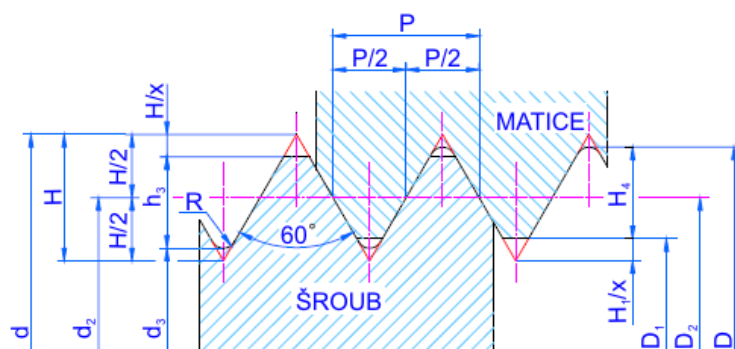
H4	mm	výška závitu matice
c1	mm	seříznutí závitu matice
c2	mm	seříznutí závitu šroubu
ε	°	vrcholový úhel vrtáku
C _e	%	uhlíkový ekvivalent
Ra	μm	střední aritmetická úchylka profilu
d _{pv}	mm	výpočtový průměr polotovaru
d _{smax}	mm	největší průměr součásti
l _p	mm	délka přířezu
l	mm	délka součásti
d _p	mm	zvolený průměr polotovaru
l _t	mm	délka tyče
Q _s	kg	hmotnost hotové součásti
Q _p	kg	hmotnost přířezu
ρ	kg · m ⁻³	hustota materiálu (oceli)
l _u	mm	šířka prořezu pily
l _k	mm	délka nevyužitého konce tyče
q _o	kg · ks ⁻¹	odpad vzniklý obráběním
q _d	kg · ks ⁻¹	odpad vzniklý prořezem
q _k	kg · ks ⁻¹	odpad z nevyužitého konce tyče
Q _m	kg · ks ⁻¹	norma spotřeby materiálu z přířezu
k _m	%	koeficient využití materiálu přířezu
d _{p1}	mm	vnitřní průměr trubky (světlost)

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Metrický a Whitworthův závit
- Příloha 2 Trubkový a Oblý závit
- Příloha 3 Lichoběžníkový rovnoramenný a nerovnoramenný závit
- Příloha 4 Výkres pohyblivé rukojeti originál
- Příloha 5 Výkres pevné rukojeti originál
- Příloha 6 Výkres pohyblivé rukojeti varianta 1
- Příloha 7 Výkres pevné rukojeti varianta 1
- Příloha 8 Výkres pohyblivé rukojeti varianta 2
- Příloha 9 Výkres pevné rukojeti varianta 2
- Příloha 10 Výkres sestavy pohyblivé rukojeti varianta 3
- Příloha 11 Výkres sestavy pevné rukojeti varianta 3
- Příloha 12 Výkres pohyblivé rukojeti varianta 3
- Příloha 13 Výkres pevné rukojeti varianta 3
- Příloha 14 Výkres objímky k variantě 3
- Příloha 15 Výkres pojistného čepu k variantě 3

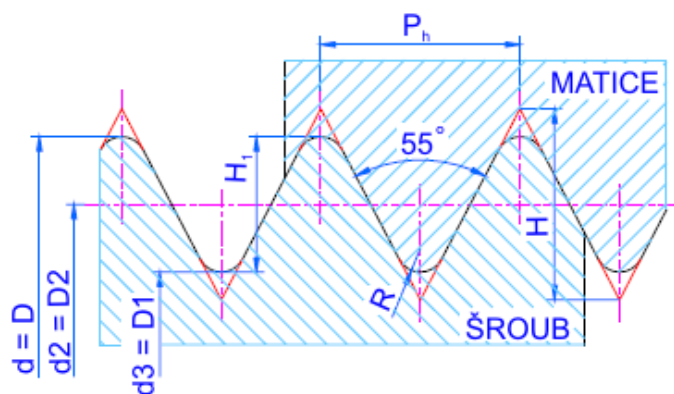
Příloha 1: METRICKÝ A WHITWORTHŮV ZÁVIT

Metrický závit (obr. 1.21) je nejpoužívanějším závitem vůbec. Všechny rozměry a tvar jsou definovány normou. Je rozlišován svým jmenovitým průměrem velké D u děr, malé d u šroubů a závitovou roztečí P , která se neuvádí při označení závitu, pokud se jedná o závit s hrubou roztečí. Tento závit je tvořen symetrickým „V“ profilem s vrcholovým úhlem 60° . Standardní značení je např. $M12 \times 1-6g$, $M12$, kde M je značka metrického závitu, 12 je jmenovitý průměr závitu v mm, 1 je jemná rozteč závitu v mm a 6g je tolerance závitu. Používá se pro standardní druhy šroubových spojů, svorníky, hřídele, klíky, spojky atd. [2, 3, 16, 17].



Obr. 1.21 Metrický závit [20].

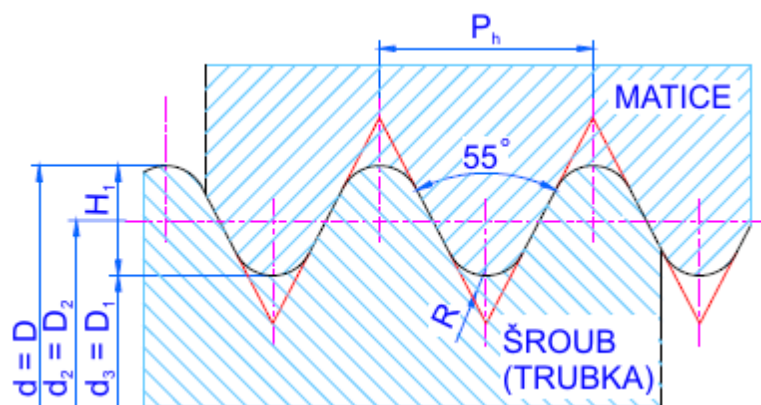
Whitworthův závit (obr. 1.22) je používán nejvíce v USA, Velké Británii a Austrálii. V naší zemi se používá jen zřídka. Jeho profil je totožný s metrickým závitem, pouze vrcholový úhel je zde 55° . Rozteč je udávána v počtu závitů na palec (25,4 mm). Může se vyskytovat ve 4 formách BSW (standardní stoupání), BSF (jemné stoupání), BSC (u jízdních kol) a AUC (stejný jako BSW s mírně odlišným profilem). Značen je např. $W6 \times 1/18$, kde W je Whitworthův závit, 6 je velký průměr závitu v palcích, $1/18$ je stoupání závitu v palcích [2, 3, 16, 17].



Obr. 1.22 Whitworthův závit [20].

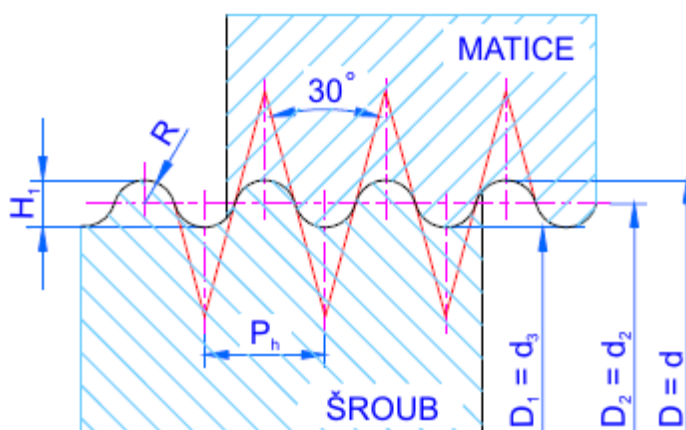
Příloha 2: TRUBKOVÝ A OBLÝ ZÁVIT

Trubkový závit (obr. 1.23) je mezinárodně používán pro šroubové spojování potrubí. Profil má stejný tvar, jako je tomu u Whitworthova závitu, pouze je zde jemnější stoupání. Používají se dva druhy – válcový a kuželový. U válcového závitu je k písmenu G u značení připojeno číslo, které udává světlost trubky, nikoliv průměr závitu, jak je tomu běžně (např. G1/2“), kdežto u kuželového závitu předchází písmenu G ještě písmeno K (např. KG1/2“). Použit je zejména, jak název napovídá, pro spojování trubek, přírub a armatur [2, 3, 16, 17].



Obr. 1.23 Trubkový závit [20].

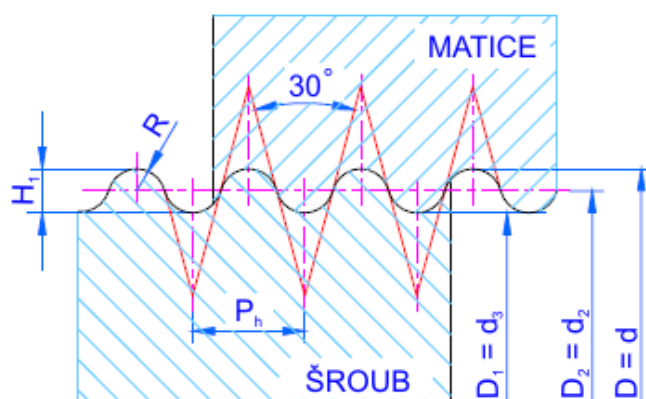
Oblý závit (obr. 1.24) má souměrný profil s vrcholovým úhlem 30° a výrazným zaoblením, které je totožné jak na malém, tak i velkém průměru závitu. Značí se např. Rd 40, kde Rd je oblý závit a 40 je velký průměr závitu v mm. Používá se u součástí vystavených agresivnímu prostředí, povětrnostním vlivům, velkým rázům, jako je tomu u spojů železničních vagonů, ventilů, šoupátek [2, 3, 16, 17].



Obr. 1.24 Oblý závit [20].

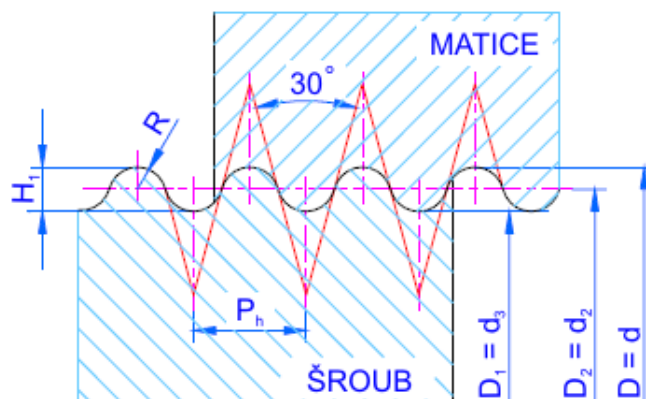
Příloha 3: LICHOBĚŽNÍKOVÝ ROVNORAMENNÝ A NEROVNORAMENNÝ ZÁVIT

Lichoběžníkový rovnoramenný závit (obr. 1.25) má vrcholový úhel rovněž 30° , bývá nazýván též trapézovým závitem. Pata je širší než hřbet závitu, tento závit může být zatížen v obou směrech a přenášet velkou sílu. Značen je např. Tr 48x8, kde Tr je lichoběžníkový rovnoramenný závit, číslo 48 je průměr závitu a číslo 8 je stoupání závitu. Používán je všude tam, kde je potřeba přeměnit pohyb otáčivý na posuvný, jako je tomu např. u svěráku, stolů a suportů obráběcích strojů [2, 3, 16, 17].



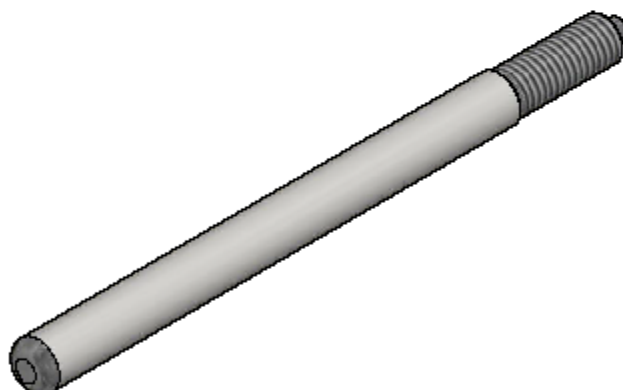
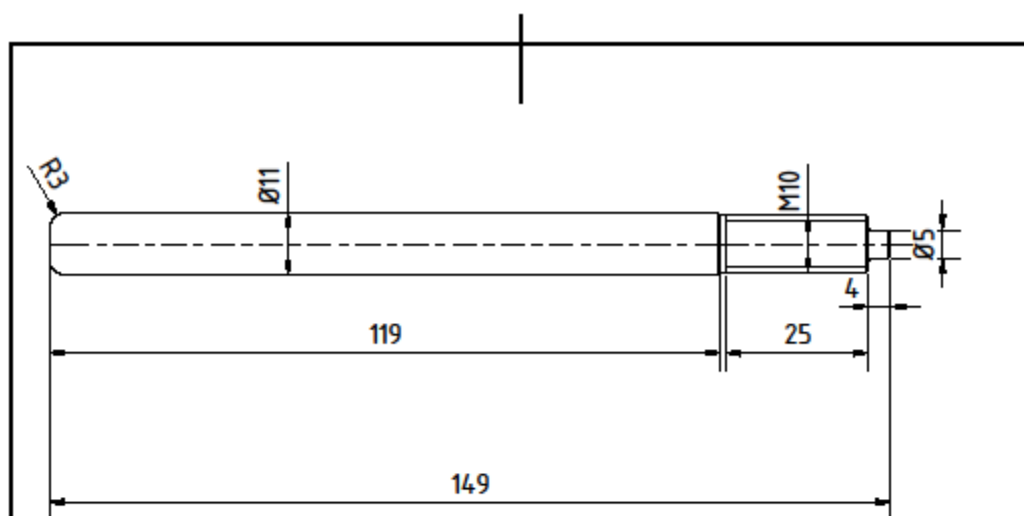
Obr. 1.25 Lichoběžníkový rovnoramenný závit [20].






Lichoběžníkový nerovnoramenný závit (obr. 1.26) může být označen také jako pilový. Vrcholový úhel tohoto závitu je 33° se zaoblenými přechody a může být zatížen velkou silou pouze v jednom směru. Značen bývá S 44x7, kde S znamená lichoběžníkový nerovnoramenný závit, číslo 44 udává průměr závitu a číslo 7 je stoupání závitu. Použit je zejména u šroubů, zdvihadel, vřetenových lisů nebo zkušebních trhacích strojů [2, 3, 16, 17].



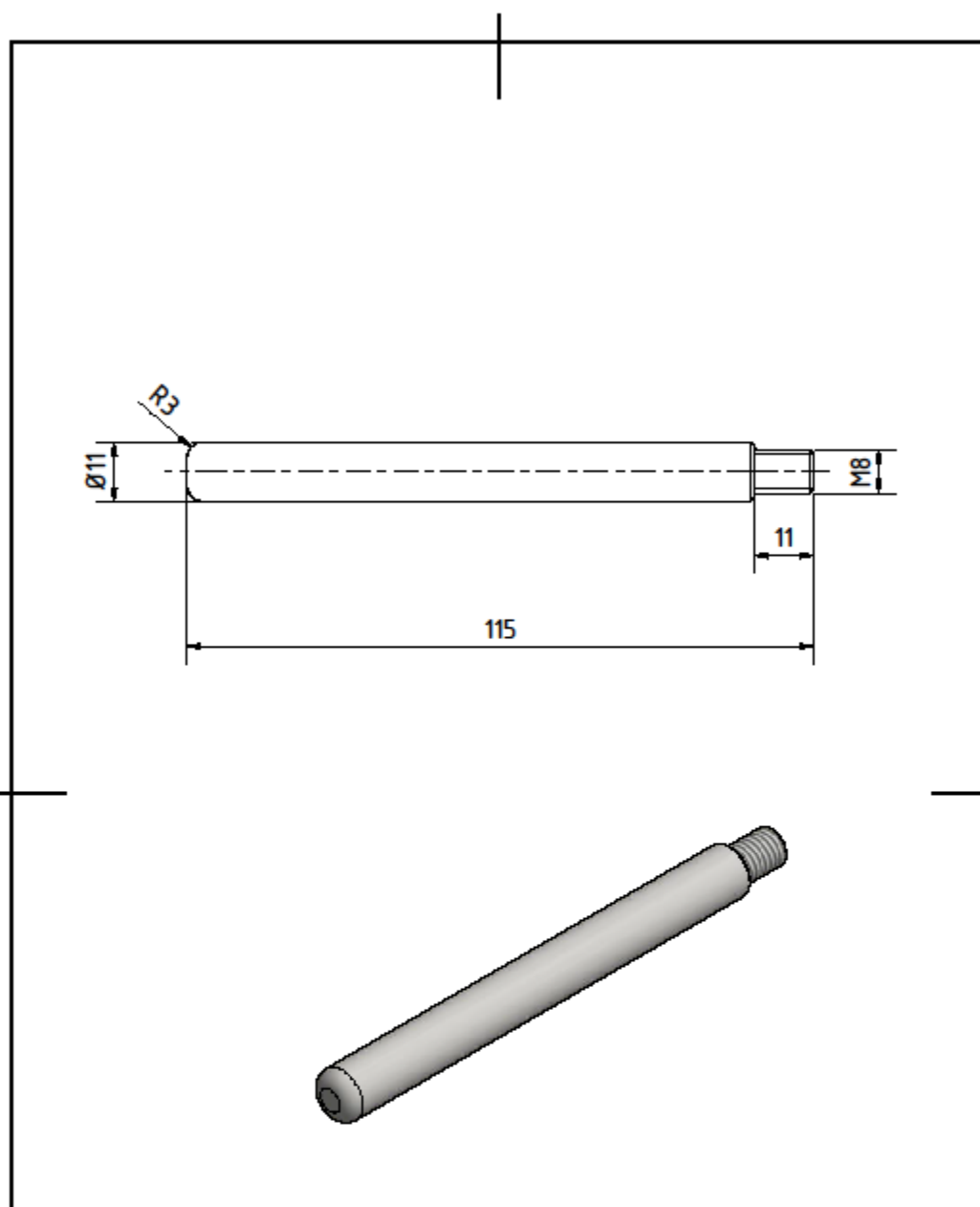
Obr. 1.26 Lichoběžníkový nerovnoramenný závit [20].





Příloha 4: VÝKRES POHYBLIVÉ RUKOJETI ORIGINÁL



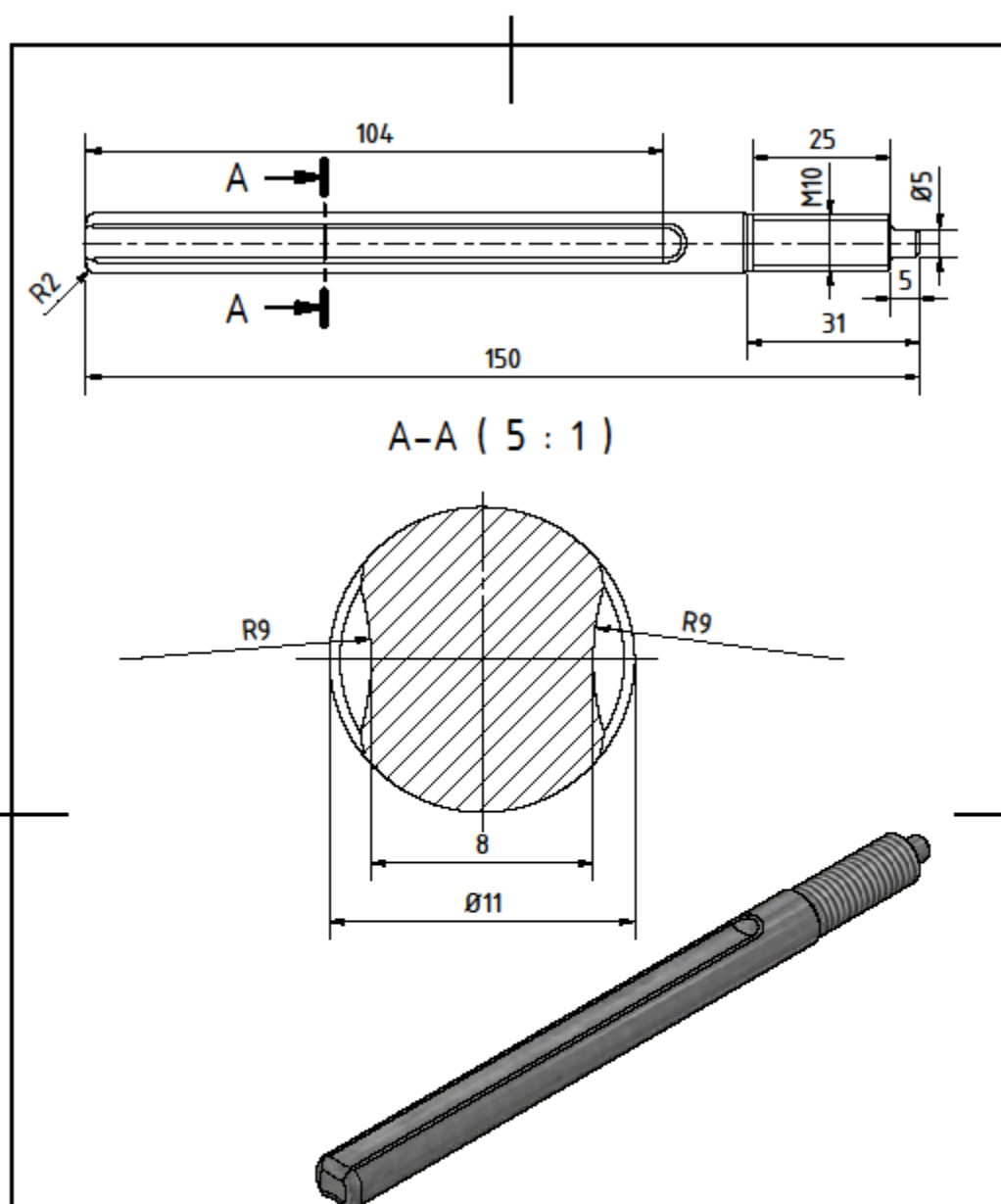
Struktura povrchu:  Ra 3,2		Hrany:  L=0,5  L=0,5		Měřítko 1:1	Přesnost mK Tolerování AND Promítání 
Materiál 11 600	Polotovary 14-152 ČSN 42 5510		Hmotnost 0,105 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název POHYBLIVÁ RUKOJEŤ ORIGINÁL		
	Kreslil REMEŠ				
	Schválil		Číslo dokumentu 4-DP-00-1		
	Datum vydání 15.5.2018				
List /					






Příloha 5: VÝKRES PEVNÉ RUKOJETI ORIGINÁL



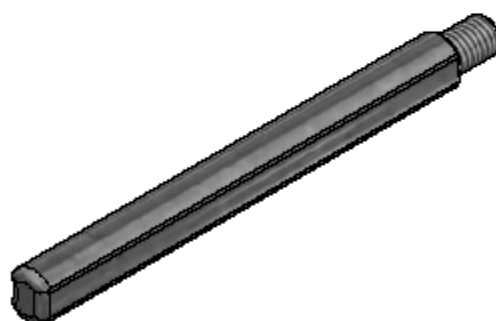
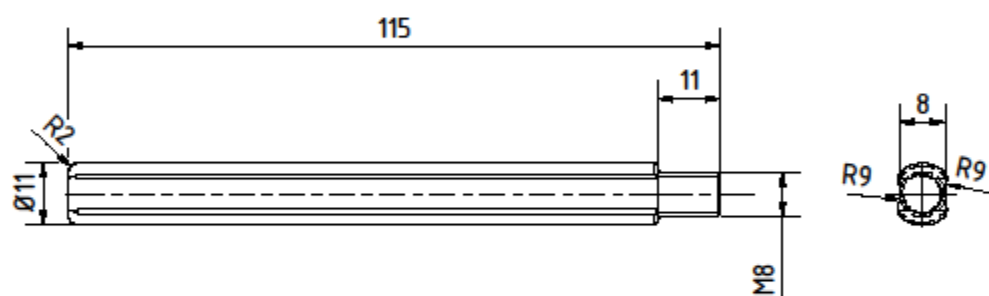
Struktura povrchu:  Ra 3,2		Hrany:  $\begin{matrix} -0,5 \\ +0,5 \end{matrix}$	Měřítka 1:1	Přesnost mK Tolerování AND Promítání 
Materiál 11 600	Polotovary 114-117 ČSN 42 5510	Hmotnost 0,082 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Název PEVNÁ RUKOJEŤ ORIGINÁL		
	Kreslil REMEŠ			
	Schválil	Číslo dokumentu 4-DP-00-2		
	Datum vydání 15.5.2018			
				List /


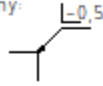
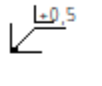


Příloha 6: VÝKRES POHYBLIVÉ RUKOJETI VARIANTA 1



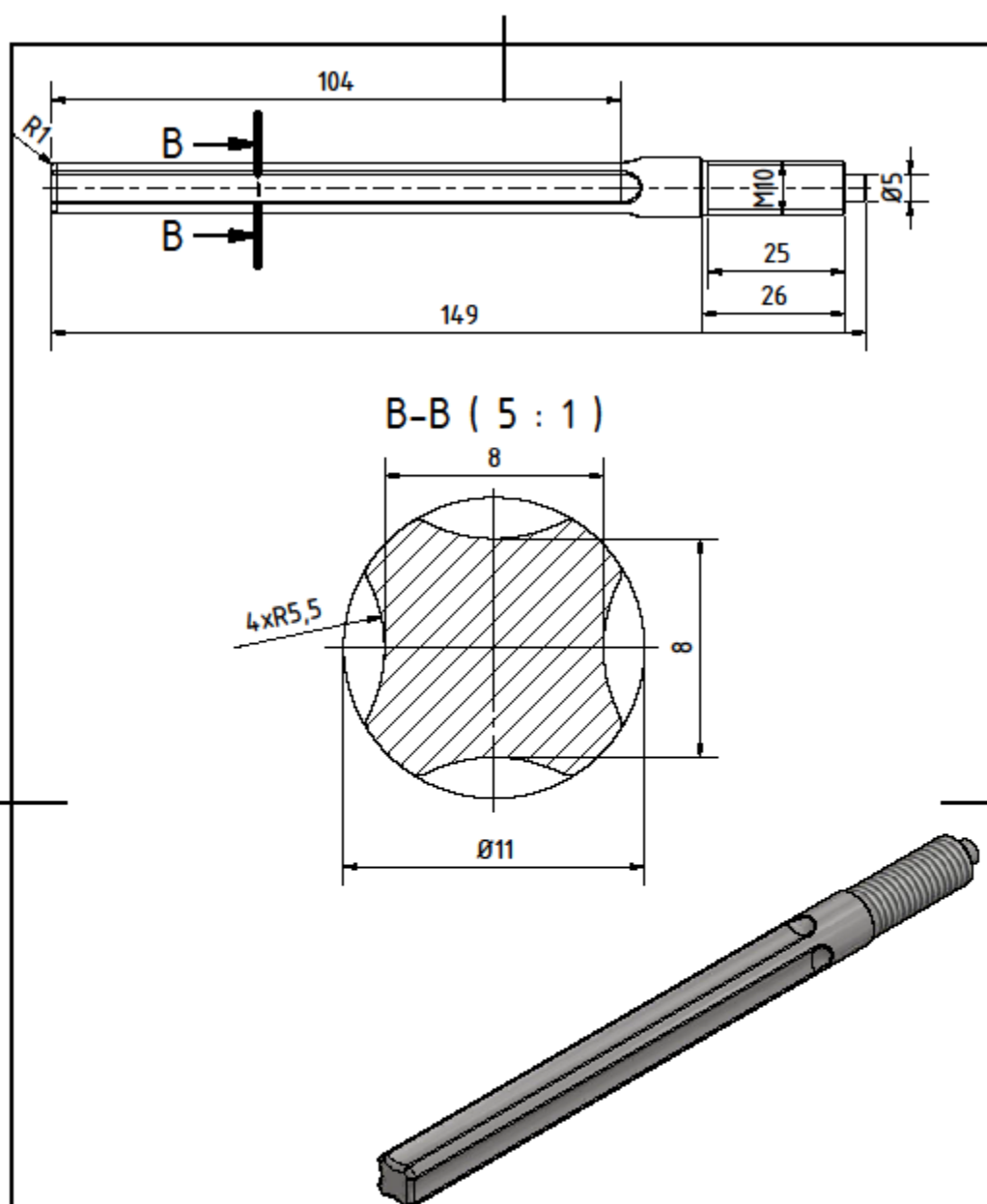
Struktura povrchu:  Ra 3,2		Hrany:  L=0,5  L=0,5		Měřítka 1:1	Přesnost mK Tolerování AND Promítání 
Materiál 11 600	Polotovary 14-152 ČSN 42 5510		Hmotnost 0,094 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název		
	Kreslil REMEŠ		POHYBLIVÁ RUKOJEŤ VARIANTA		
	Schválil		Číslo dokumentu		
	Datum vydání 15.5.2018		4-DP-01-2		
List /					






Příloha 7: VÝKRES PEVNÉ RUKOJETI VARIANTA 1



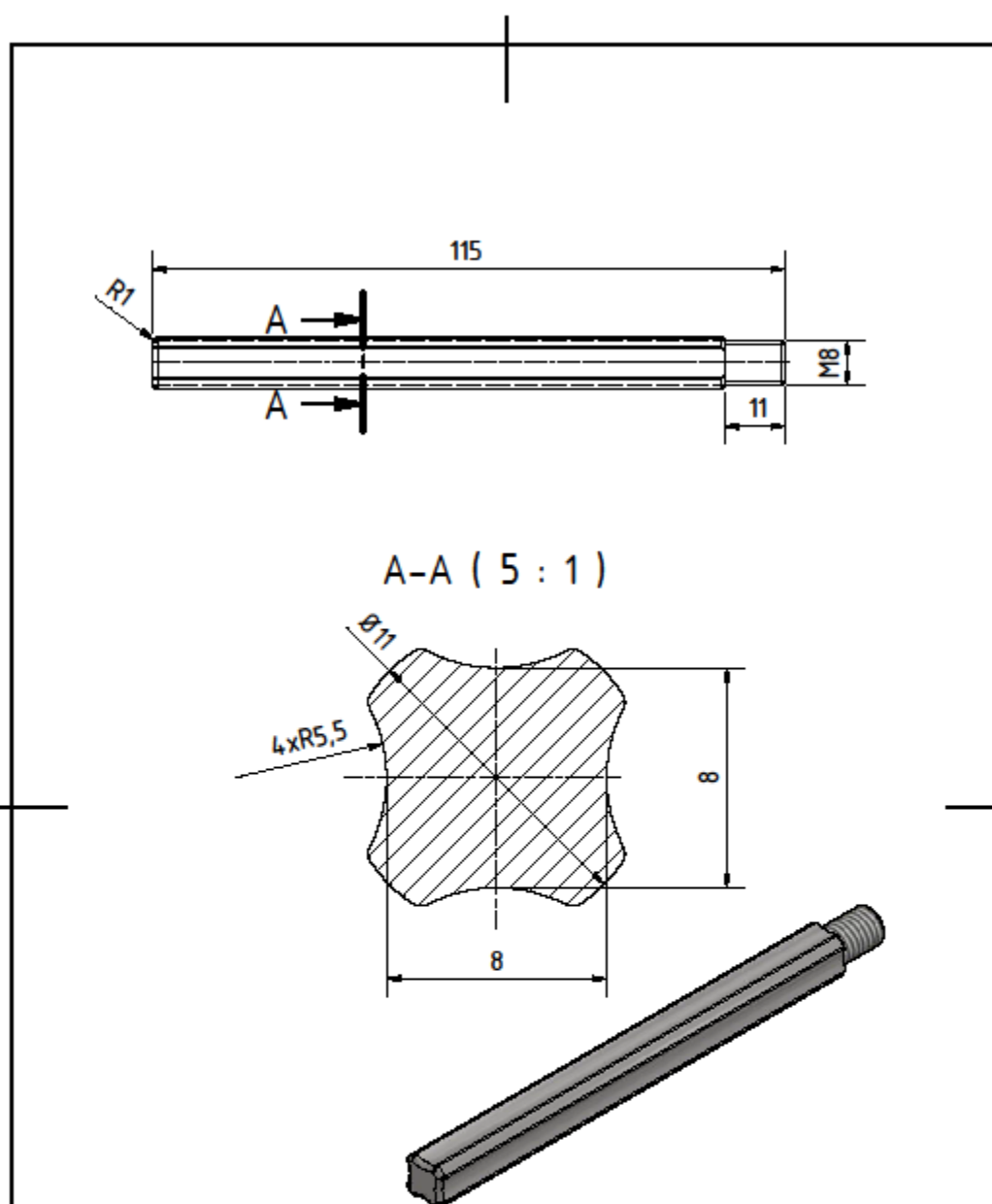
Struktura povrchu:  Ra 3,2		Hrany:  L=0,5  L=0,5		Měřítko 1:1	Přesnost mK Tolerování AND Promítání 
Materiál 11 600	Polotovary 14-117 ČSN 42 5510			Hmotnost 0,071 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES			Název	
	Kreslil REMEŠ			PEVNÁ RUKOJEŤ VARIANTA 1	
	Schválil				
	Datum vydání 15.5.2018			Číslo dokumentu	
				4-DP-01-1	
List /					






Příloha 8: VÝKRES POHYBLIVÉ RUKOJETI VARIANTA 2



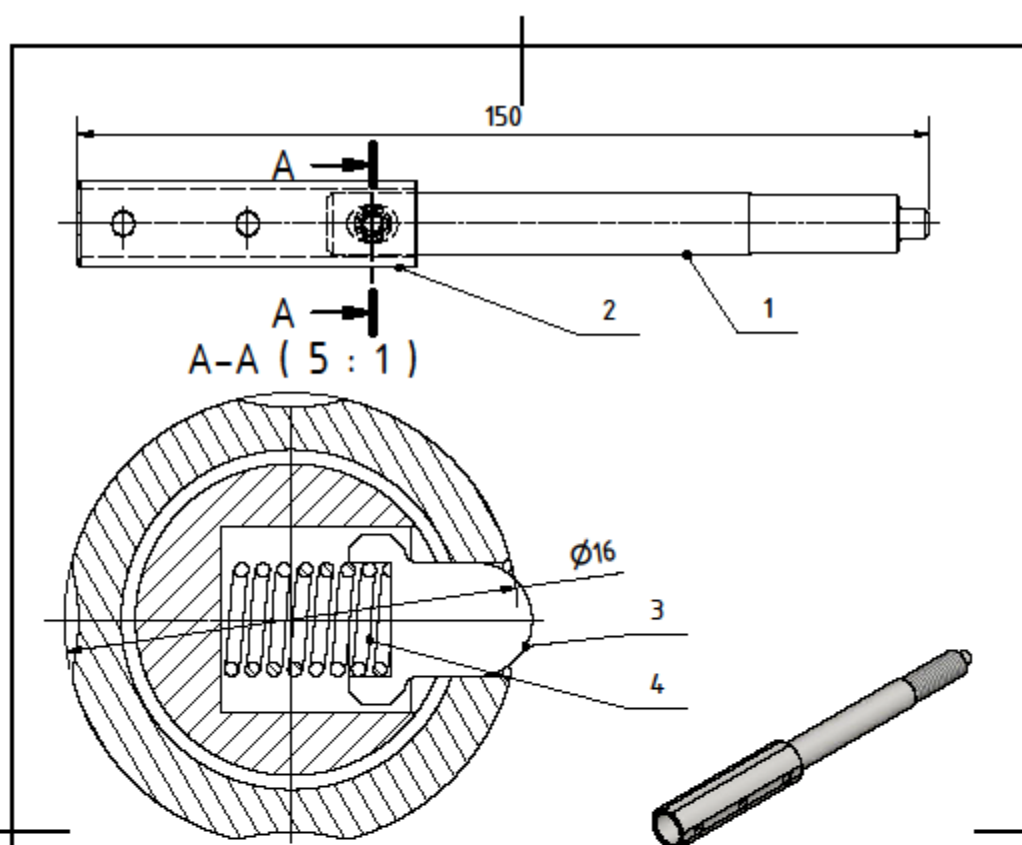
Struktura povrchu:  Ra 3,2		Hrany:  L=0,5  L=0,5		Měřítko 1:1	Přesnost mK Tolerování AND Promítání 
Materiál 11 600	Polotovary 14-152 ČSN 42 5510		Hmotnost 0,086 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název POHYBLIVÁ RUKOJEŤ VARIANTA 2		
	Kreslil REMEŠ				
	Schválil		Číslo dokumentu 4-DP-02-1		
	Datum vydání 15.5.2018		List /		



Příloha 9: VÝKRES PEVNÉ RUKOJETI VARIANTA 2



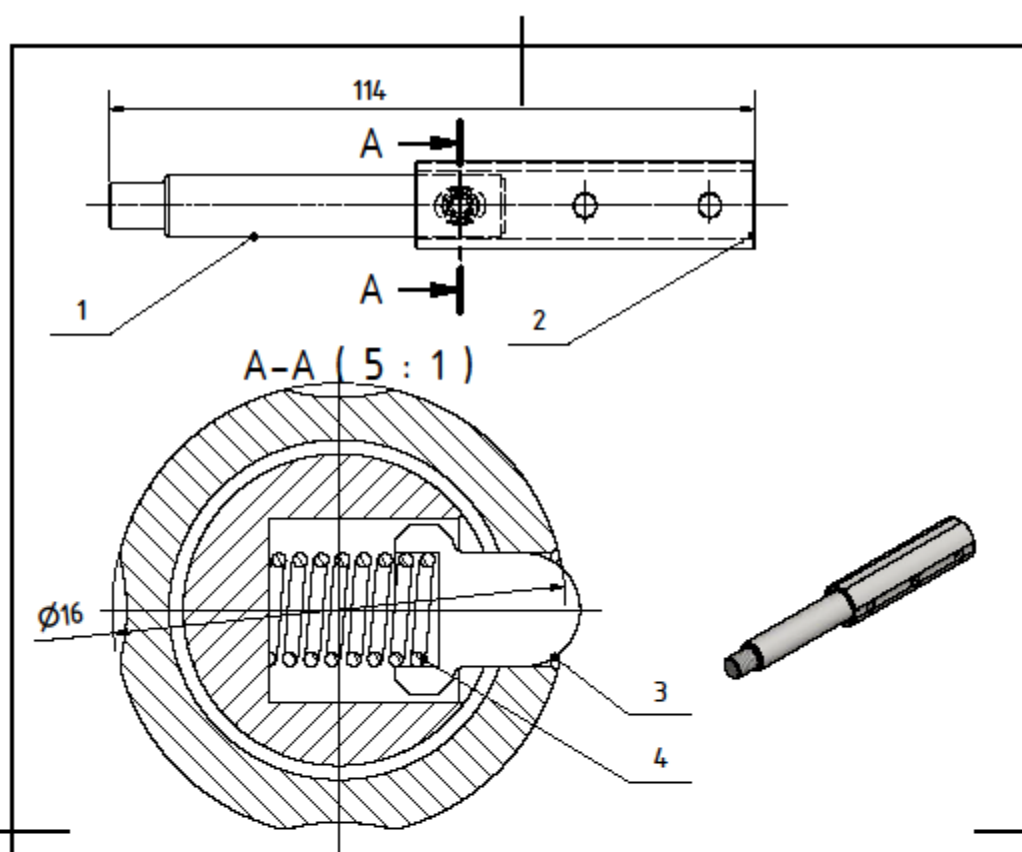
Struktura povrchu:  Ra 3,2		Hrany:  L=0,5  L=0,5		Měřítko 1:1	Přesnost mK Tolerování AND Promítání 
Materiál 11 600	Polotovary 14-117 ČSN 42 5510		Hmotnost 0,063 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název PEVNÁ RUKOJEŤ VARIANTA 2		
	Kreslil REMEŠ				
	Schválil		Číslo dokumentu 4-DP-02-2		
	Datum vydání 15.5.2018				
List /					



Příloha 10: VÝKRES SESTAVY POHYBLIVÉ RUKOJETI VARIANTA 3



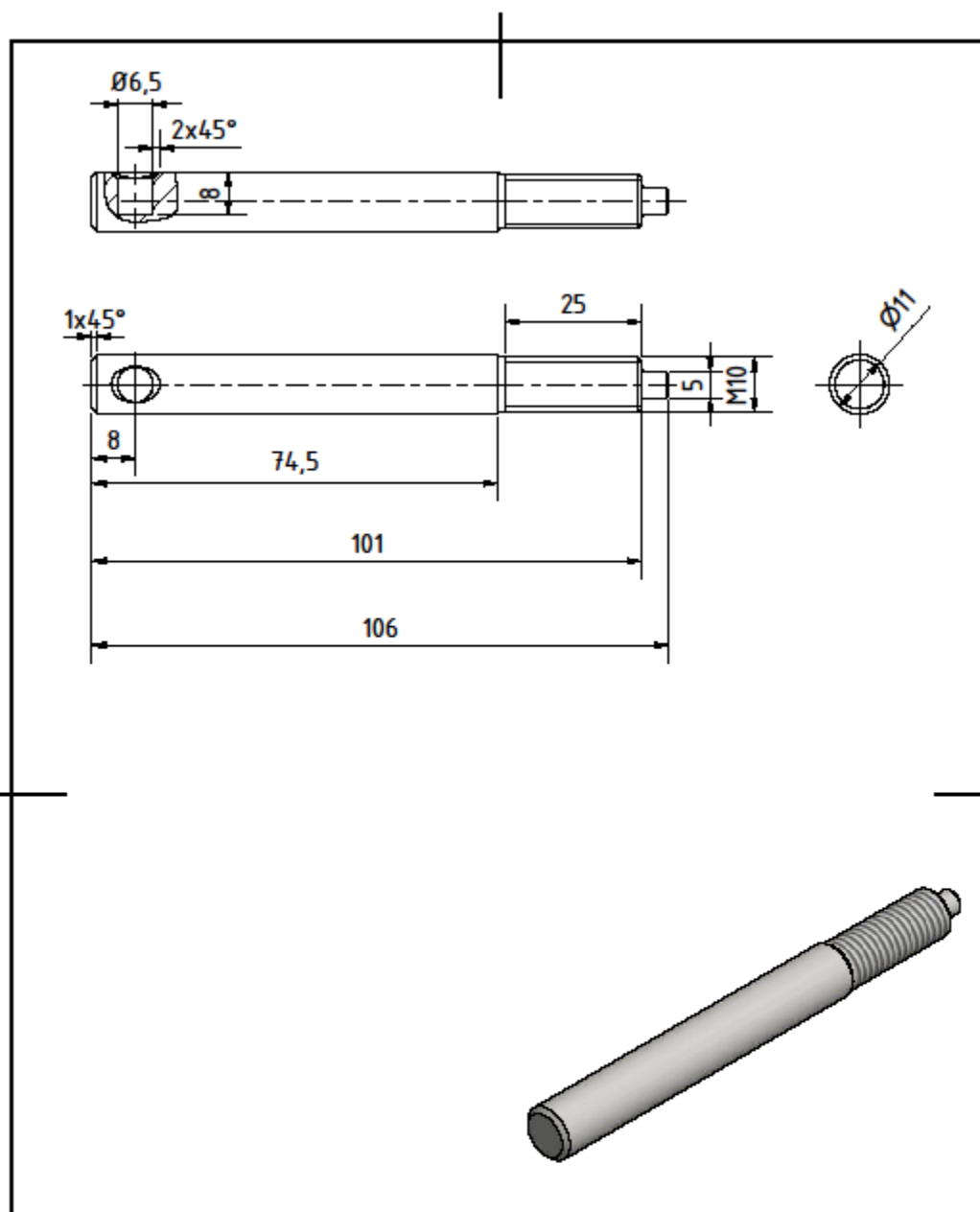
4	PRUŽINA 0,5-3,7-6		-	J	1
	DIN 17 223				
3	POJISTNÝ ČEP	Ø8-8 ČSN 42 5510	0,001	J	1
	4-DP-03-4	11 600			
2	OBJÍMKA	TR20x4-62 ČSN 42 5715	0,031	J	1
	4-DP-03-3	11 650			
1	POHYBLIVÁ RUKOJEŤ	Ø14-113 ČSN 42 5510	0,070	J	1
	4-DP-03-1	11 600			
Číslo polož	Název - označení	Polotovár	Hmot.	J	Množ
	Výkres - norma	Materiál			
Struktura povrchu:		Hrany:	Měřítko 1:1	Přesnost	
				Tolerování	
				Promítání 	
Materiál	Polotovár	Hmotnost 0,104 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016		
	Druh dokumentu VÝKRES SESTAVY	Název			
	Kreslil REMEŠ	POHYBLIVÁ RUKOJET VARIANTA 3			
	Schválil	Číslo dokumentu			
	Datum vydání 15.5.2018	4-DP-03-01-00			
			List /		






Příloha 11: VÝKRES SESTAVY PEVNÉ RUKOJETI VARIANTA 3



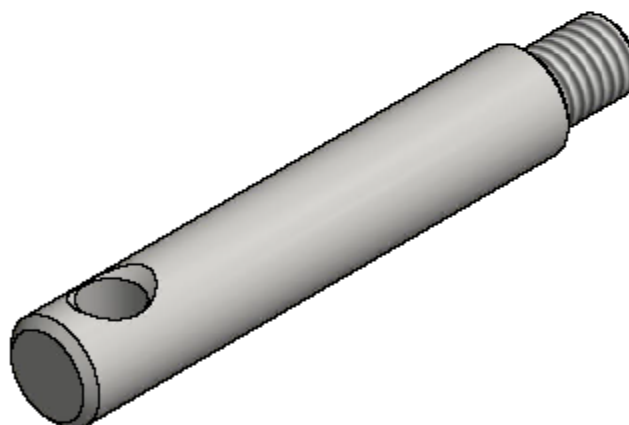
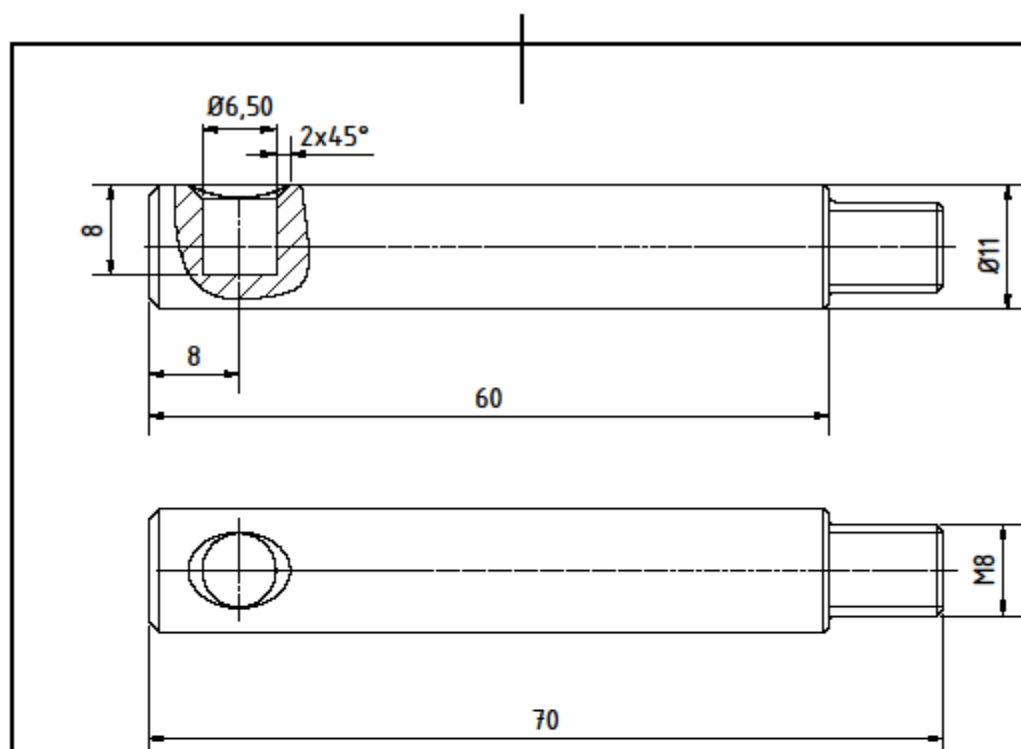
4	PRUŽINA 0,5-3,7-6		-	J	1
	DIN 17 223				
3	POJISTNÝ ČEP	Ø8-8 ČSN 42 5510	0,001	J	1
	4-DP-03-4	11 600			
2	OBJÍMKA	TR20x4-62 ČSN 42 5715	0,031	J	1
	4-DP-03-3	11 650			
1	PEVNÁ RUKOJEŤ	Ø14-75 ČSN 42 5510	0,046	J	1
	4-DP-03-2	11 600			
Číslo polož	Název - označení	Polotovár	Hmot.	J	Množ
	Výkres - norma	Materiál			
Struktura povrchu:		Hrany:	Měřítko 1:1	Přesnost Tolerování Promítání 	
Materiál		Polotovár	Hmotnost 0,080 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
		Druh dokumentu VÝKRES SESTAVY	Název SESTAVA PEVNÉ RUKOJETI		
		Kreslil REMEŠ			
		Schválil	Číslo dokumentu 4-DP-03-02-00		
		Datum vydání 15.5.2018			
			List /		






Příloha 12: VÝKRES STŘEDU POHYBLIVÉ RUKOJETI VARIANTA 3



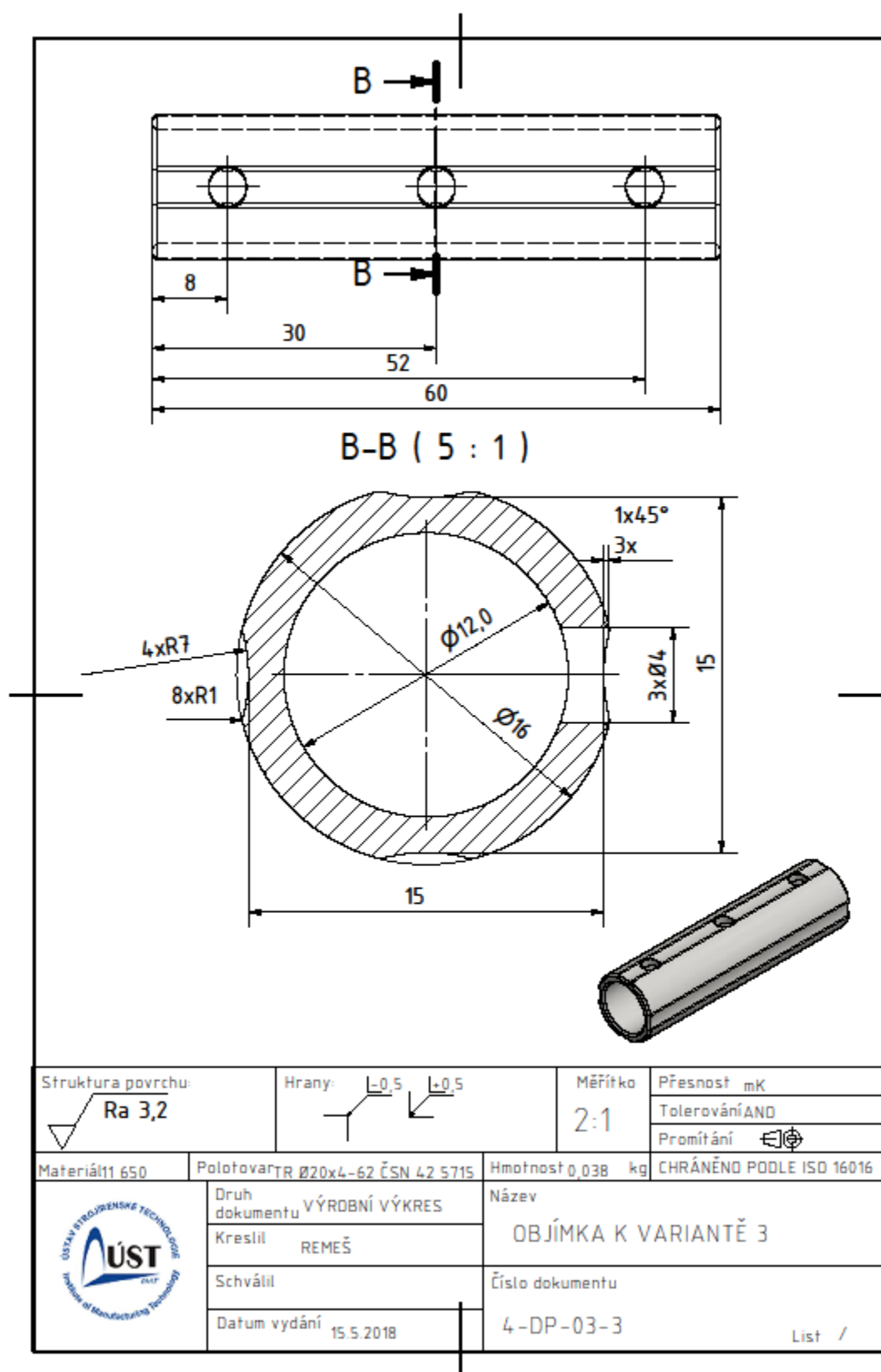
Struktura povrchu:  Ra 3,2		Hrany:  L=0,5  L=0,5		Měřítko 1:1	Přesnost mK
					Tolerování AND
					Promítání 
Materiál 11 600	Polotovary 14-113 ČSN 42 5510	Hmotnost 0,070 kg		CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Název			
	Kreslil REMEŠ	STŘED POHYB. RUKOJETI VAR. 3			
	Schválil	Číslo dokumentu			
	Datum vydání 15.5.2018	4-DP-03-1			
					List /

Příloha 13: VÝKRES STŘEDU PEVNÉ RUKOJETI VARIANTA 3

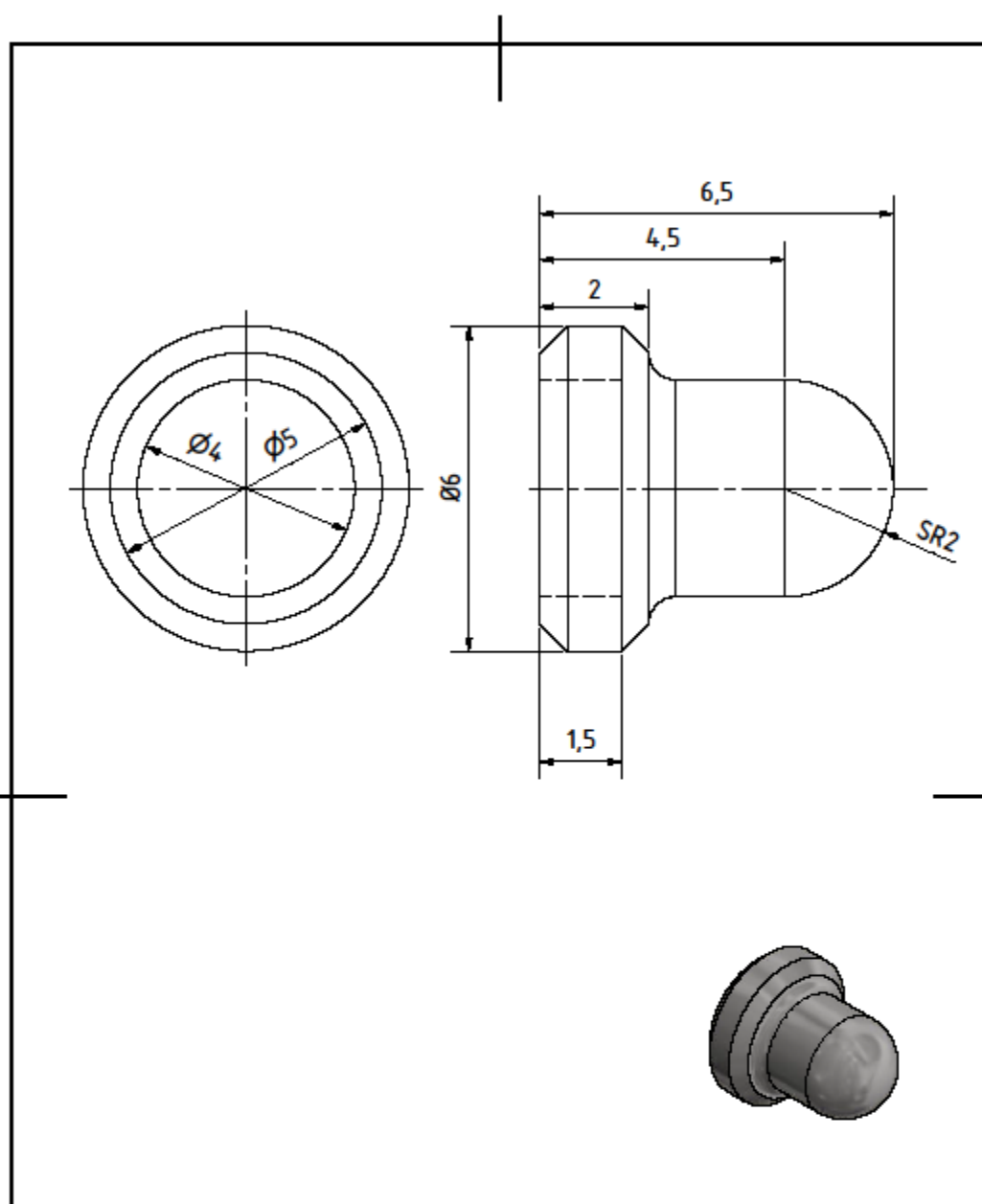







Struktura povrchu:  Ra 3,2		Hrany:  L0,5  L0,5		Měřítko 1:1	Přesnost mK Tolerování AND Promítání 
Materiál11 600	Polotovary14-75 ČSN 42 5510		Hmotnost0,046 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název		
	Kreslil REMEŠ		STŘED PEVNÉ RUKOJTI VAR. 3		
	Schválil		Číslo dokumentu		
	Datum vydání 15.5.2018		4-DP-03-2		
List /					

Příloha 14: VÝKRES OBJÍMKY K VARIANTĚ 3



Příloha 15: VÝKRES POJISTNÉHO ČEPU K VARIANTĚ 3



Struktura povrchu:  Ra 3,2		Hrany:  L-0,5  L-0,5		Měřítka 1:1	Přesnost mK Tolerování AND Promítání 
Materiál 11 600	Polotovary 8-8 ČSN 42 5510	Hmotnost 0,001 kg		CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Název POJISTNÝ ČEP K VARIANTĚ 3			
	Kreslil REMEŠ				
	Schválil	Číslo dokumentu 4-DP-03-4			
	Datum vydání 15.5.2018				
List /					